

UUDEN TUOTTEEN TAI TUOTEPARANNUKSEN KEHITTÄMINEN JA KELPUUTUS

Case: Paperikoneen märänpään suihkuputkien kehittä-
mistyö

Vesa Hyppönen

Opinnäytetyö
Syyskuu 2009

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) HYPPÖNEN, Vesa	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 10.11.2009
	Sivumäärä 78 + 2	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi UUDEN TUOTTEEN TAI TUOTEPARANNUKSEN KEHITTÄMINEN JA KELPUUTUS Case: Paperikoneen märänpään suihkuputkien kehittämistyö		
Koulutusohjelma Insinööri ylempi AMK Teknologiaosaamisen johtaminen		
Työn ohjaaja(t) MATILAINEN, Jorma LUOSMA, Petri		
Toimeksiantaja(t) Metso Paper, Jyväskylä		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä kehitetään uuden tuotteen ja tuoteparannuksen kelpuutusprosessia. Kelpuutusprosessia tarkastellaan paperikoneen suihkuputkien kehitystyön kautta. Teoriaosuudessa on tarkasteltu tuotekehitys- ja suunnitteluprosesseihin liittyvää johtamista, tuotekehityksen eri vaiheita ja lopulta hankintaan ja valmistukseen johtavia päätöksiä sekä prosesseja ja yhteyksiä niiden välillä.</p> <p>Kehittämistyön yhtenä tavoitteena on rakentaa käyttöliittymältään helppo kelpuutuslomakepohja, joka voidaan integroida osaksi tuote- ja projektihallintajärjestelmää. Kelpuutusprosessi on osa tuotekehitysprosessia. Tuotekehitysprosessia tarkastellaan koko laajuudessaan, aina uudesta ideasta tuotteen valmistukseen saakka. Kehitystyössä peilataan Metso Paper Oy:n tuotekehitysprosessia tunnettuihin tuotekehitysprosesseihin sekä tarkastellaan kelpuutus- ja kehitysprosessin kohtia.</p> <p>Paperikoneen märänpään suihkuputkien kehittämistyössä haetaan tehokkuutta ja säästöjä suihkuputkien suunnitteluun, valmistukseen ja kunnossapitoon. Lisäksi paneudutaan paperikoneen märänpään puhtaanapitoon ja etsitään uusia puhtaanapitotuotteita tarjottavaksi asiakkaille. Tuloksena on uudistettu tuotekonsepti märänpään puhtaanapitoon.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Johtaminen, Prosessi, Tuotekehitys, Valmistus, Paperikoneen viiraosa, Puhtaanapito		
Muut tiedot		



Author(s) HYPPÖNEN, Vesa	Type of publication Master's Thesis	Date 10112009
	Pages 78 + 2	Language finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title DEVELOPMENT AND QUALIFICATION OF NEW PRODUCT OR PRODUCT IMPROVEMENT Case: Development task of paper machine wet end cleansing shower pipes		
Degree Programme Master of Engineering		
Tutor(s) MATILAINEN, Jorma LUOSMA, Petri		
Assigned by Metso Paper, Jyväskylä		
<p>Abstract</p> <p>Thesis focus on developing qualification process for new product and product improvement projects. Qualification process is examined through execution of paper machine shower pipe development. Theory part of thesis examines management, developmental phases and processes concerning research and development and also engineering, purchasing and manufacturing and decision making.</p> <p>One objective is to construct qualification form with easy user interface, which is able to integrate as a part of product and project management system. Qualification process is a part of product development process. Product development process is examined with the entire scope from new idea to product manufacturing. The Development process of Metso Paper Oy is compared to known development processes and parts of the qualification process are examined.</p> <p>Development work of paper machine wet end shower pipes is looking for efficiency and savings in costs on engineering, manufacturing and maintenance. In addition the work delves into paper machine wet end cleaning and searches for new products to be added into paper machine cleaning concept.</p>		
Keywords Management, Research and Development, Manufacturing, Paper machine wire section, Cleansing		
Miscellaneous		

ALKUSANAT

Kehittämistyössä on käytetty tutkimusmenetelminä kirjallisuustutkimusta ja teemahaastattelua. Työn tuotos on opinnäytetyöraportti, joka sisältää kelpuutuslomakkeen Metso Paper Oy:lle. Opinnäytetyöraportissa on käsitelty tuotekehityksen ja liiketoimintaprosessien sekä näiden johtamisen teoriaa. Teorian lisäksi käsitellään kehittämistyön vaiheita, tuloksia ja käydään rajatusti läpi Metson käytäntöjä valituissa aiheissa.

Kehittämistyö on kaksijakoinen. Jälkimmäisessä, varsinaisessa kehitysosassa etsitään mahdollisia innovaatioita paperikoneen määränpään puhtaanapitoon sekä tutkitaan nykyistä uuden tuotteen ja tuoteparannuksen kelpuutuskäytäntöä. Kehittämistyö laajentuu teoriaosuudella tuotekehityksen ja organisaation eri prosessien johtamisesta.

Työssä tavoitteina oli kartuttaa osaamista prosessien johtamisesta, innovaatiojohtamisesta sekä tietämystä tuotekehitysprosessin vaiheista ja menetelmistä. Aiheet ovat tärkeitä organisaation eri toimintojen keskinäisten suhteiden ja kokonaisuuksien hahmottamiseksi. Lisäksi oli kiinnostavaa selvittää konkreettisia keinoja, joilla jatkuvaa kehittämistä ja asiakaslähtöistä toimintaa voidaan edistää sekä niiden merkitys liiketoiminnassa. Tuntemattomien käsitteiden ja lyhenteiden selvittäminen tukee osaltaan oppimista. Käsitteet ja lyhenteet ovat pääasiassa lainattuja lähdeluettelon julkaisuista.

Samalla kun työ on opettanut uusia asioita, on myös nykyisen tietämystason vaatimattomuus selvinnyt itselle tarkemmin. Mikä sekin on sinällään viisautta, kuten Sokrates aikanaan totesi oman viisauden perustuvan siihen, ettei hän luule tietävänsä sellaista, mitä ei tiedä.

Todettakoon vielä, ettei suihkuputkien kehittämistyötä olisi tehty tässä laajuudessa ilman uutta tietoa, jota kartuttivat ylemmän ammattikorkeakoulututkinon kurssit ja itseopiskelu. Kiitos kuuluu myös puolisololleni jatko-opiskelun ja opinnäytetyön mahdollistamisesta.

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLTÖ

KÄSITTEET JA LYHENTEET

1	KEHITTÄMISTYÖN RAKENNE JA TAVOITTEET	1
2	TYÖN TOIMEKSIANTAJA - METSO	3
3	JOHTAMINEN	5
3.1	Liiketoimintaprosessit	5
3.1.1	Prosessien kuvaaminen	5
3.1.2	Prosessien kehittäminen	5
3.1.3	Asiakastarpeiden tunnistaminen on tärkeää	6
3.2	Organisaatiot ja jatkuva parantaminen	6
3.2.1	Kehittämisen merkitys	6
3.2.2	Jatkuva parantaminen	7
3.2.3	Mukautuminen liiketoimintaympäristön muutoksiin	7
3.2.4	Johtamismallit	8
3.3	Laadun ja tehokkuuden kehittäminen	10
3.3.1	Prosessit, laatu ja sen mittaaminen	10
3.3.2	Kehittäminen mittausten pohjalta	11
3.3.3	Työntekijät tekevät laadun	11
3.4	Maailmanlaajuinen läsnäolo	12
3.4.1	Kansainvälistymisen syitä	12
3.4.2	Asiakasta palveltava paikallisesti	13
3.4.3	Markkinat vaikuttavat tuotannon sijoittamiseen	13
4	TUOTEKEHITYS	15
4.1	Tuotekehityksen merkitys	15
4.1.1	Tuotekehitys on menestystekijä	15
4.1.2	Käyttäjäkeskeinen suunnittelu luo menestystä	15
4.2	Innovatiivisuuden merkitys tuotekehityksessä	17
4.2.1	Luovuus hyödynnettävä kaikilla organisaation tasoilla	17
4.2.2	Hyvää työvirettä heikentävien asioiden korjaaminen	18

4.2.3 Innovaatioiden tunnistaminen	19
4.3 Tuotekehitysprosessi	21
4.3.1 Päävaiheet ja johtaminen.....	21
4.3.2 Prosessimallien vertailu	27
4.3.3 Tuotekehitysprosessin mittaaminen ja kehittäminen	28
4.3.4 Metson innovaatioprosessi.....	30
4.3.5 Uuden tuotteen kelpuutus suunnittelussa	32
4.4 Tuotekehitys resurssien optimointi.....	33
4.5 Keksinnöt Metso Paperissa.....	33
4.5.1 Keksintöjen lukumäärä.....	33
4.5.2 Patentoinnin kustannukset	34
5 HANKINTA JA VALMISTUS.....	36
5.1 Nykytilan mallinnus ja johtoryhmän valinta tärkeä vaihe	36
5.2 Ulkoistamisen lähtökohdat.....	36
5.3 Valmistuksen ulkoistamispäätöksen tekeminen	38
6 SUIHKUPUTKIEN KEHITTÄMISTYÖ	39
6.1 Työn kulku	39
6.1.1 Työ alkoi asiakasvaatimuksesta.....	39
6.1.2 Työn läpivienti kelpuutuslomakkeeseen pohjaten	39
6.1.3 Aikataulu	41
6.2 Paperikoneen suihkuputket	41
6.2.1 Suihkuputkilla pestään tai voidellaan	41
6.2.2 Suihkuputkilta edellytetään huollettavuutta	42
6.2.3 Putki-putkessa rakenne.....	43
6.2.4 Suihkuputkien yhtenäistäminen	44
6.3 Valmistuksen kehittäminen	45
6.3.1 Formdrill-poraus yksinkertaistaa suutinten kiinnityksen	45
6.3.2 Suihkun laatu vaikuttaa pesutulokseen	45
6.3.3 Kierteellisen suuttimen vaihto aika vain ¼ perinteisestä	46
6.3.4 Vaihtoehtoinen huuhteluventtiili	48
6.3.5 Laserleikkaus ja –hitsaus	48
6.3.6 Laserleikkauksen tarkkuus.....	49
6.3.7 Lasertyöstettävän tuotteen suunnittelu	50
6.3.8 Laserprosessin kustannukset.....	51

6.4 Automaattinen pyörivä pesusuihkuputki	52
6.4.1 Pintojen puhtaanapito pyörivällä pesuputkella	52
6.4.2 Pyörivän pesuputken valmistuksen kehittäminen.....	53
6.5 Märänpään puhtaanapitoon tuotekonsepti	53
6.5.1 Puhtaanapitotuotteet	53
6.5.2 Suihkuputkien sopimusvalmistus ja hankinnan kehittäminen.....	55
7 TYÖN TULOKSET	57
7.1 Kelpuutusprosessin kehittäminen.....	57
7.2 Kelpuutuslomake tuote- ja projektihallintajärjestelmässä	58
7.3 Asiakaslähtöisyyden lisääminen palaute- ja ideajärjestelmällä.	60
7.4 Prosessien kehittäminen ja innovatiivisuuden edistäminen	61
7.5 Työn arviointi.....	63
LÄHTEET	65

LIITTEET

Liite 1. Prosessikaavio: Viiraosan projektisuunnittelu.

Liite 2. Prosessikaavio: Viiraosan tuotehallinta ja konseptikehitys.

TAULUKOT

Taulukko 1. Opinnäytetyön sisältämien asioiden kytkeytyminen toisiinsa.....	1
Taulukko 2. Opinnäytetyön tarkastelukohdat.	2
Taulukko 3. Metson innovaatioprosessi.	30
Taulukko 4. Opinnäytetyön tavoiteaikataulu.	41
Taulukko 5. Rubiinisuutinten kustannus ja vaihtoaika vertailu.	47
Taulukko 6. Tekniikan toimimattomuuden, kiireen tai teknisen taitamattomuuden aiheuttamia työskentelyn keskeytymisiä.	62

KUVIOT

Kuvio 1. Metso konserni, segmentit ja liiketoimintalinjat.	4
Kuvio 2. Paperikoneen märkäpää sijaitsee valmistuslinjan alkupäässä.....	4
Kuvio 3. Päättetyt uudet paperi- ja kartonkikoneprojektit 2009–2011 (Metso Oyj, 2009).....	14
Kuvio 4. Suunnitellut uudet paperi- ja kartonkikoneprojektit 2009–2013 (Metso Oyj, 2009).	14

Kuvio 5. Xerox uskoi digitaalitekniikan kehittymiseen seuraavina vuosina kyseisen s-käyrän tapaan.	18
Kuvio 6. Palautteen kulkukaavio: Suorin reitti tuoteparannukseen kulkee tuotekehittäjän, suunnittelijan tai erillistoimitusprojektitiimin kautta.	20
Kuvio 7. Euroopassa patentin vuosimaksu kasvaa mitä pidempään patentti on ollut voimassa (vuosimaksu €, aikajana 0-20 v.).....	35
Kuvio 8. Ulkoistamisen strateginen analyysi.	38
Kuvio 9. Tuplaputken suositeltu positio kartonkikoneen viiraosalla.....	39
Kuvio 10. Kelpuutuslomake täytettynä.	40
Kuvio 11. Kaksoisputki ylhäällä ja mantteliputki alhaalla. Kaksoisputken sisäputki on poistettavissa suutinten vaihtoa helpottamaan. Mantteliputki on hitsattu kiinteärakenne.....	44
Kuvio 12. Formdrill-menetelmällä kitkaporattu reikä kierteytettynä.	45
Kuvio 13. Teollisuusrubiini-insertti muodostaa paremman, laminaarisemman, neulasuihku (vasen). Alumiinioksidi-insertillä saadaan turbulenttisempi neulasuihku (oikea). Paine on 30 bar ja suuttimen reiän halkaisija 0,9 mm molemmissa.....	46
Kuvio 14. Neulasuihkun laadussa on toivomisen varaa AIO-insertillä varustetussa suuttimessa: 20 bar (ylin), 25 bar (keskellä) ja 30 bar (alin).....	46
Kuvio 15. Kuvassa perinteiset osat: hitsattava suutinpesä (vas.), tiiviste, suutin ja kiinnitysmutteri.	47
Kuvio 16. ISO 228-1 G ¼ -kierteiset rubiini- (vasen) ja alumiinioksidi-insertillä (oikea) varustetut suuttimet.....	47
Kuvio 17. Perinteinen suutinpesä on kiinnitetty pienahitsillä.	49
Kuvio 18. Motoman robotit hitsaavat maatalouden kasteluputkiin laippoja ja liittimiä, leikkaavat plasmalla ja hoitavat materiaalin käsittelyn kahden työaseman välillä.....	51
Kuvio 19. Automaattinen pyörivä pesuputki pesee säännöllisen pesusyklin mukaisesti ympäröiviä pintoja (lähde: PP-Pesuprosessi).....	52
Kuvio 20. Tähän listaan lisätään kelpuutuslomake "Qualifications Form".	58
Kuvio 21. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: Kohdat A, B ja C avaamatta.....	58
Kuvio 22. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: A. Päätös kehittämisestä.	59
Kuvio 23. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: B. Kehitystehtävän tarkistuspisteet. ..	59
Kuvio 24. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: C. Kehitystehtävän päättäminen ja arviointi.	60

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Asiakas on yksilö, ryhmä, organisaatio tai muu toimija, joka valitsee, maksaa ja käyttää tuotteen.

Asiakaslaatu, interaktiivinen laatu tarkoittaa tavaran tai palvelun kehittymistä asiakkaan ja toimittajan välisessä vuorovaikutuksessa siten että lopputulos vastaa odotuksia tai sopimuksia.

Asiakassuhdestrategia on markkinoivan yrityksen valitsema tietoinen tapa johtaa asiakassuhteitaan. Asiakassuhdestrategiat vaihtelevat kilpailutuksesta yhteistyöhön ja asiakkaan ja myyjän dominanssiin.

Avainasiakassuhde on keskeinen asiakassuhde, jossa markkinoivan yrityksen onnistuu ydinsaamisalueidensa ja tarjoamansa avulla tuottaa kilpailijoitaan tehokkaammin lisäarvoa asiakkaalleen.

CEO on lyhenne sanoista "Chief Executing Officer" ja tarkoittaa toimitusjohtajaa.

Flow, vapaasti suomennettuna "noste", on tila, jossa kaikki sujuu takkuilematta. Flow-tilassa olevat työntekijät työskentelevät tehokkaammin ja ovat joustavampia.

Globalisaatio eli *kansainvälistyminen* eli *maapalloistuminen* on käytöltään hyvin moniulotteinen termi. Karkeasti määritellen se tarkoittaa yhteiskunnallista muutosta, joka ilmenee lisääntyvinä mannertenvälisinä yhteyksinä ihmisten välillä. Globalisaatio on siis maailmanlaajuista verkottumista.

Heikko signaali on merkki oudoista asioista, tapahtumista jne., joista voi tulevaisuudessa tulla jotain merkittävää ja suurta (trendejä ja megatrendejä).

Innovaatio on keksintö, uusi menetelmä (varsinkin taloudellisesti hyödyllinen).

IRR on lyhenne sanoista "Internal Rate of Return" ja tarkoittaa efektiivistä korkoa tai sisäistä korkoa, joka on laajasti käytetty menetelmä investointivaihtoehtojen välisessä vertailussa. Efektiivinen korko on se korko, jolla diskontattuna kassavirran nykyarvo on nolla. Diskonttaus tarkoittaa tulevan rahavirran nykyarvon laskeamista.

Johtaminen on asian tilan muuttamista (mm. vision luomista, arvojen kirkastamista, tavoitteiden asettamista, suunnitelmien ja päätösten tekemistä, esimerkillistä toimintaa, poikkeamiin ja ei-haluttuun toimintaan puuttumista, innostamista, kannustamista ja palkitsemista).

Johtamisen innovaatio muuttaa johtajien ja päälliköiden työtapoja, ja sen mukanaan tuomat muutokset parantavat organisaation suorituskykyä ja tuloksia.

Kaizen on japanilainen filosofia joka tarkoittaa jatkuvaa parantamista elämän joka näkökulmalla ja sitä käyttää toiminnassaan mm. Toyota. Kaizen toimet jatkuvasti parantavat kaikkia toimintoja valmistuksesta johtamiseen ja koskee kaikkia työntekijöitä toimitusjohtajasta toimihenkilöön. Kaizen keskittyy eliminoimaan hukkaa.

Kompetenssilla tarkoitetaan tässä työssä osaamista eli asiantuntijan tms. pätevyyttä. Kompetenssilla voidaan tarkoittaa myös valtuuksia tehdä päätöksiä.

Lotus Notes on työryhmäohjelmisto jota on kehitetty 1980-luvulta asti. Notes sisältää mm. monipuolisen asiakirjahallinnan, sähköpostin, kalenterin ja siihen voi ohjelmoida omia sovelluksia. Notes on käytössä Metsolla.

Megatrendi on yhteiskuntien rakenteita syvällisesti muuttava, usein globaali ilmiö. Se etenee suhteellisen autonomisesti ja sen perimmäisiä syitä on usein vaikea eritellä. Toimialojen, yritysten ja yksilöiden kannalta megatrendi on luonteeltaan vääjäämätön muutosvoima, jolla on merkittäviä vaikutuksia kansalliseen ja kansainväliseen talous- ja yhteiskuntajärjestelmään esimerkiksi globalisoituminen, verkostoituminen ja teknologinen kehitys.

NPV on lyhenne sanoista "Net Present Value" ja tarkoittaa nykyarvoa rahoituksen korkokannalla. NPV on oltava positiivinen, jotta tuotekehitysprojekti kannattaa aloittaa taloudellisessa mielessä. Aloittamispäätökseen vaikuttavat kuitenkin muutkin kuin taloudelliset perusteet.

Operatiivinen innovaatio tarkoittaa uuden mullistavan käytännön ottamista käyttöön liiketoiminnassa (esim. ulkoistaminen tai työn siirtäminen halpamaihin, jotka tosin ovat jo varsin tavanomaisia toimia, eivätkä siten enää innovaatioita).

Paperikoneen märkääällä tarkoitetaan konelinjan alkupäätä, johon kuuluu perälaatikko, viiraosa ja puristinosa. Massasuspension sakeus eli kuiva-ainepitoisuus perälaatikolta lähtiessä on tyypillisimmin 0,5 -1 %. Viiraosan jälkeen kuiva-ainepitoisuus on n. 17–20 % ja puristinosan jälkeen, ennen kuivatusosaa, 35–50 % paperilajista ja puristimesta riippuen.

Six Sigma on Motorolan kehittämä liikkeenjohdon strategia joka etsii, tunnistaa ja poistaa virheitä valmistus- ja liikkeenjohdon prosesseista. Six Sigma eroaa edeltäjistään siinä että se keskittyy saavuttamaan mitattavia taloudellisia tuloksia, sitoutuu perustamaan päätökset faktoihin, tuo strategiaan erikoistuneet "mustat vyöt" mukaan organisaatioihin sekä korostaa vahvaa ja intohimoista johtajuutta ja tukea.

Slogan tarkoittaa *tunnuslausetta* eli *mottoa* joka on lause tai hokema, josta aatteellinen, uskonnollinen tai muu kampanja tai liike tunnistetaan. Kuuluisa tunnus- tai iskulause on mm. *Vapaus, veljeys ja tasa-arvo*.

Stage-Gate -tuotekehitysprosessi on yksinkertaistettuna prosessinhallintatyökalu tuoteinnovointiin.

Status quo on vallitseva olotila; aiemmin vallinnut olotila. Alun perin ilmaisu viittasi aiempaan tilaan, esim. "palauttaa status quo" (esim. ennen sotaa vallinnut tilanne), mutta nykyisin se lähes yksinomaan tarkoittaa vallitsevaa asiointitilaa. Ilmaisun on sitaattilainaa latinasta, jossa sen merkitys on "tila, jossa" (oltiin esim. ennen sotaa t. nyt).

Strategiainnovaatio tarkoittaa strategiauudistusta, jonka yhteydessä yritys ottaa rohkeasti käyttöönsä aivan uuden liiketoimintamallin. (Esim. Ryanair, Apple iTunes)

Strateginen päätös tarkoittaa päätöstä joka tehdään kilpailun kannalta merkittävien vaihtoehtojen välillä. Esim. suunnitellaanko toimitusketju mahdollisimman kustannustehokkaaksi vai joustavaksi.

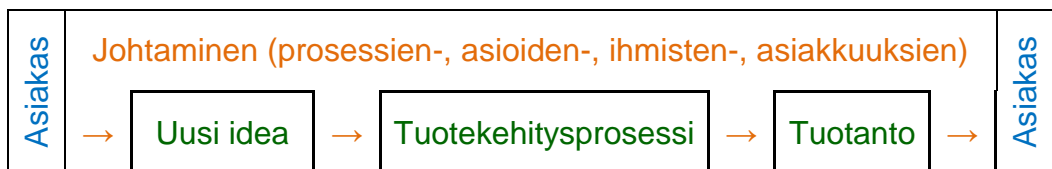
Tuote ja palvelu ovat ratkaisuja asiakkaan ongelmaan, jotka tuottavat lisäarvoa asiakkaan prosessiin.

Tuote- ja palveluinnovaatio tarkoittaa uuden käänteentekevän tuotteen tai palvelun markkinoille saattamista, mikä voi nopeasti nostaa yrityksen täydestä tuntemattomuudesta maailman maineeseen (esim. pölypussiton pölynimuri Dyson).

1 KEHITTÄMISTYÖN RAKENNE JA TAVOITTEET

Kelpuutusprosessi on osa tuotekehitysprosessia. Kehittämistyön tarkoitus on tarkastella uuden tuotteen kelpuutusprosessia. Tarkastelua laajennetaan käsittämään myös koko prosessi, uudesta ideasta tuotteen valmistukseen. Idean ja valmiin tuotteen välinen prosessi sisältää tuotekehitystä sekä sen johtamista, prosessien johtamista, ihmisten johtamista sekä lopulta alihankintaa ja valmistuspäätöksiä. Oleellinen osa tuotekehitysprosessia on työympäristön innovatiivisuus. Näistä asioista tuotekehityksen johtamista on tarkasteltu tarkemmin. Kelpuutusprosessia tarkastellaan suihkuputken kehitystyön kautta. Siten suihkuputken ja sen komponenttien kehitykseen ja valmistukseen liittyviä parannusehdotuksiaakin on sisällytetty työhön.

Taulukko 1. Opinnäytetyön sisältämien asioiden kytkeytyminen toisiinsa.



Kehittämistyössä Metso Paper Oy:n tuotekehitysprosessia peilataan tunnettuihin tuotekehitysprosesseihin sekä tarkastellaan mm. seuraavia kelpuutus- ja kehitysprosessin kohtia:

- uuden tuotteen kysyntä ja kelpuutuksen lähtökohdat
- kelpuutusprosessin vaiheet ja niiden merkitys sekä kelpuutuskriteerit
- kilpailijoiden ja kilpailevien tuotteiden seuranta
- asiakaslähtöisyys uuden tuotteen kehityksessä ja asiakaspalautteen kerääminen markkinoilta
- innovaatiojohtamisen tehokkuus ja laatu
- alihankkijaverkoston tehokkuus ja toiminta

Taulukko 2. Opinnäytetyön tarkastelukohdat.

Tarkastelu kohdat	
Tarkasteltava kohde	<u>Innovaatiojohtamisen tehokkuus:</u> 1. luovuuteen kannustava organisaatio ja työympäristö 2. riittävät valtuudet oikealla johtamistasolla 3. liika byrokratia ja hierarkia
	↓
Rajaukset	<u>Prosessien tehokkuus:</u> 1. hankintaprosessikuvaus 2. valmistusprosessikuvaus 3. tavoitteet (säästöpotentiaali, käytettävyyden parantaminen)
	↓
	<u>Kelpuutuksen lähtökohdat:</u> 1. kysyntä ja asiakaslähtöisyys 2. kilpailijoiden ja kilpailevien tuotteiden seuranta
	↓
	Raportoida nykytila, käydä seurantatyökalut läpi ja löytää kehitettäviä kohteita
	↓
	Löytää kehitettäviä kohteita ja raportoida ne
	↓
	Kelpuutusprosessin vaiheet ja niiden merkitys
	↓

Teoriaosuudessa tarkastellaan tunnettuja tuotekehitys- ja uuden tuotteen kelpuusteorioita sekä kuvataan tuotekehitysprosessin vaihteita. Lisäksi teorioissa on lainattu strategia-, tuotantotalous- ja innovaatiojohtamisen teoksia.

Kehittämistyön ensimmäisenä tavoitteena on löytää kelpuutusmallista kehittämis-kohteita sekä tutkia sovellettavuutta pienempiin tuotekehitysprojekteihin tai tuotekelpuutuksiin. Toisena tavoitteena on etsiä vaikutusmahdollisuuksia kustannustehokkuuteen sekä läpimenoaikaan valmistuksessa ja hankintaketjussa. Tuotekehitys on paljon tutkittu aihe ja siitä on olemassa runsaasti kirjallisuutta. Tavoitteena ei siis ole uuden tuotekehitysmallin tai teorian kehittäminen vaan olemassa olevia lähteitä peilaten tarkastella Metso Paperin tuotekehitysmallia ja tuotekehitysjohdamista.

Opinnäytetyön voidaan katsoa olevan reaalitieteisiin kuuluva tutkimushanke, joka on tarkemmin eriteltävissä kehittämistyöksi sen tavan mukaan, jolla tutkimushanke hyödyttää käytäntöä. Kehittämistyö tähtää käytännön hyötyihin, mutta erona perus- ja soveltavaan tutkimukseen on se, että toimitaan jo ennestään kootun teorian pohjalta eli vältetään uuden empiirisen tiedon hankintaa. (Routio, 2000)

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA - METSO

Paperi- ja kuituteknologiasegmentti on yksi Metso konserniin kuuluvista kolmesta liiketoimintasegmenteistä. Muita ovat Kaivos- ja rakennusteknologia sekä Energia- ja ympäristöteknologiasegmentit. Vuonna 2008 koko konsernin nettomyynti oli 6,4 miljardia euroa. Metso konsernilla on liiketoimintaa yli 50 maassa ja yli 29 000 työntekijää jotka palvelevat asiakkaita yli 100 maassa.

Paperi- ja kuituteknologiasegmentillä on omia toimintoja 28 maassa. Lisäksi sen tuotteita myydään yli 20 myyntiyksiköstä ja yli 40 huoltokeskuksesta eri puolilla maailmaa, kuten myös logistiikkakeskuksista Suomesta, USA:sta ja Kiinasta. Metsolla on kaikkiaan 12 teknologiakeskusta sellu- ja paperiteollisuudelle Suomessa, Ruotsissa, Italiassa ja USA:ssa. Vuonna 2008 Paperi- ja Kuituteknologia segmentin nettomyynti oli 2,044 miljardia euroa. Tällä hetkellä Paperi- ja Kuituteknologiasegmentti työllistää 10 600 henkilöä. Suurimmat markkina-alueet ovat Eurooppa, Aasia ja Pohjois-Amerikka.

Paperi- ja kuituteknologiasegmentti tarjoaa ratkaisuja ja palveluja sellu- ja paperiteollisuudelle. Lisäksi palvelutarjontaa täydentävät prosessiautomaatio ja energia-tuotantoteknologiat. Metson asiantuntijapalvelut jälkimarkkinoilla auttavat kehittämään sellu-, paperi-, kartonki- ja pehmopaperiteollisuuden laitteiden ja prosessien tehokkuutta koko niiden elinkaaren ajan. Paperi- ja kuituteknologiasegmentti on jaettu kolmeen liiketoimintalinjaan, jotka ovat paperit, kuidut ja pehmopaperit.

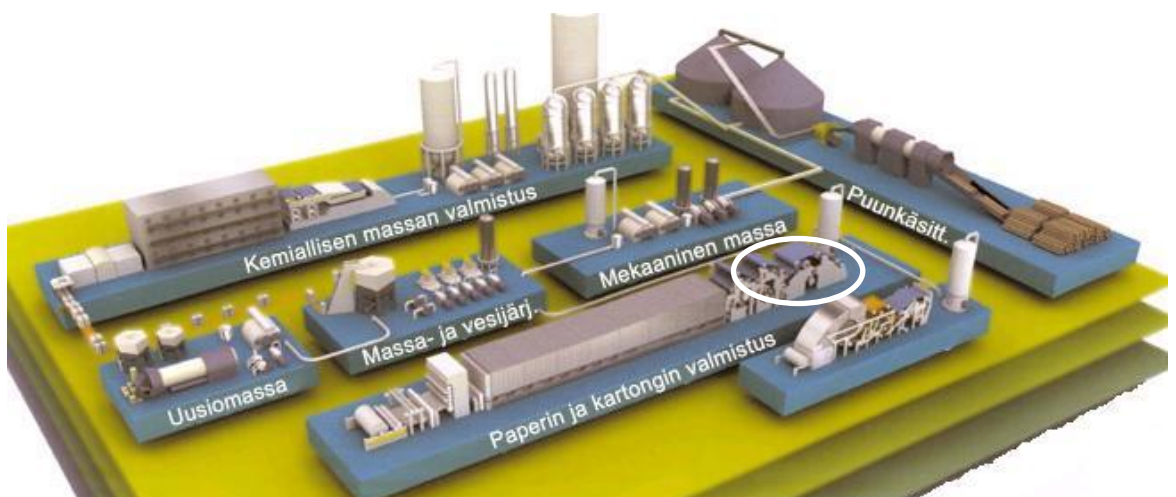
Paperit liiketoimintalinja on johtava paperi- ja kartonkiteknologian toimittaja. Globaalin verkoston kautta Paperit liiketoimintalinja kykenee toimittamaan haluttuja uusia konelinjoja, uusintoja, prosessi parannuksia ja huoltopalveluita kattamaan asiakkaan tuotantoprosessin koko elinkaari. Paperit liiketoimintalinja työllistää 8 000 ammattilaista maailman laajuisesti.



Kuvio 1. Metso konserni, segmentit ja liiketoimintalinjat.

Työ tehtiin Paperit liiketoimintalinjaan kuuluvassa Jyväskylän yksikössä viiraosan suunnitteluosastolla. Viiraosa sijaitsee paperikoneen märässä päässä, joka on koneen alkupäässä. Märkää käsittää perälaatikon, viiraosan sekä puristinosan. Märässä päässä massasulppu sisältää vettä vielä 99,5 – 50 %, loppuosa sulpusta on kuituja, täyteainetta ja muuta kiintoainetta.

Paperin ja kartongin valmistuslinja on kooltaan yli 100 m pitkä ja jopa 12 m leveä, vastaten korkeudeltaan kolmikerroksista taloa, jossa on kaksi kellarikerrosta. Valmistuslinja on pääasiassa terästä sisältävä rakenne, jonka kymmeniä tonneja painavat osat paikoitetaan kymmenesosa millin tarkkuudella toisiinsa nähden.



Kuvio 2. Paperikoneen märkää sijaitsee valmistuslinjan alkupäässä.

3 JOHTAMINEN

3.1 Liiketoimintaprosessit

3.1.1 Prosessien kuvaaminen

Sanaa prosessi käytetään useissa eri merkityksissä. Martola ja Santala (1997) määrittelevät liiketoimintaprosessin siten, että se rakentuu toimintoketjuista jotka alkavat asiakkaan tarpeista ja päättyvät asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseen. Asiakkaalla voidaan tarkoittaa myös organisaation sisäistä asiakasta. Laamanen (2003) puolestaan erittelee liiketoiminta- ja toimintaprosessit seuraavasti: Liiketoimintaprosessi on joukko toisiinsa liittyviä toistuvia toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavat resurssit, joiden avulla syötteet muutetaan tuotteiksi. Toimintaprosessi on joukko loogisesti toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla saadaan aikaan toiminnan tulokset.

Kokonaisuudessaan prosessikuvauksista käy ilmi, mikä käynnistää toimintoketjun ja miten toiminnot etenevät vaihe vaiheelta prosessin asiakkaaseen nähden. Toimintoketjun vastuut on myös selvitettävä, jotta tiedetään kenen toimialaan mikäkin tehtävä kuuluu. Prosessin menestymisen kannalta on tärkeä selvittää, mitkä ovat sen kriittiset asiat. Lisäksi täytyy miettiä mitä resursseja, esimerkiksi pätevyysvaatimuksia, prosessissa tarvitaan jotta toiminta onnistuu. Prosessin tuote eli esim. tieto, tuote, palvelu tai ratkaisu on tärkeää olla myös esillä, jotta tiedetään millainen lopputuloksen tulee olla. Prosessin ohjaus- ja valvontaperiaatteet, esim. asetetut tavoitteet ja ohjeet, on liitettävä prosessin kuvauksiin, jotta tiedetään mitä odottaa. Ohjauksen tueksi tarvitaan mittareita, joista tieto edistymisestä on selkeästi luettavissa. Prosessissa syntyvän tiedon välittyminen ja tallentuminen on myös ilmentävä kuvauksesta. Esimerkillisestä prosessikuvauksesta ilmenevät myös kehittämisperiaatteet ja prosessin liitännät muihin prosesseihin. (Ritola, 2001)

3.1.2 Prosessien kehittäminen

Liiketoimintaprosessien kehittäminen voi olla evoluutionäristä jatkuvaa parantamista tai radikaalia uudelleen suunnittelua. Jatkuvan parantamisen lähtökohtana

on vaiheittainen, loppumaton uudistaminen tekemällä jatkuvasti pieniä asioita vähän paremmin. Nopeasti muuttuva liiketoimintaympäristö kuitenkin luo tarvetta radikaalille muutokselle aika-ajoin. Radikaalin muutoksen tarpeeseen viittaavia merkkejä ovat esimerkiksi toimialan rakennemuutos, kannattavuuden heikkene-
misen uhka, yrityskauppa ja kilpailun vapautuminen. (Ritola, 2001)

3.1.3 Asiakastarpeiden tunnistaminen on tärkeää

Todellisten asiakastarpeiden tunnistaminen on edellytys onnistuneelle toimitus- tai tuotekehitysprojektille. Ulrich ja Eppinger (2004) pitävät tärkeänä asiakkaan ja toimittajan tuotekehityksen sekä suunnittelun välistä suoraa ja laadukasta tietokanavaa. Tuotekehittäjien ja suunnittelijoiden, jotka suoraan vaikuttavat tuotteen ominaisuuksiin, on oltava kontaktissa asiakkaaseen ja tunnettava tuotteen käyttöympäristö. Ilman suoraa yhteyttä ei teknologian siirto todennäköisesti onnistu täydellisesti, innovatiivisia ratkaisuja asiakastarpeisiin ei välttämättä keksitä, eikä toimittajan tuotekehitys- tai suunnitteluryhmä sitoudu täyttämään asiakastarpeita.

Asiakas tulisi olla lähtökohtaisesti mukana prosessikuvauksissa, jotta asiakas tulisi huomioitua kaikessa toiminnassa. Metson viiraosan projektisuunnittelun prosessikaaviossa (ks. liite 1.) sekä tuotehallinnan ja konseptisuunnittelun prosessikaaviossa (ks. liite 2.) asiakasta ei ole kuvattu kuin lopulliseksi hyväksyjäksi projektille. Käytännössä projektiryhmästä aina joku kuitenkin vierailee asiakkaan tuotantolaitoksella tutustumassa käyttöolosuhteisiin ja keräämässä lähtötietoja projektin alussa vaikka sitä ei prosessikaaviossa ole kuvattukaan.

3.2 Organisaatiot ja jatkuva parantaminen

3.2.1 Kehittämisen merkitys

Johtamiseen, laatuun ja jonkin verran tuotekehitykseenkin liittyvistä kirjoituksista nousee esille jatkuvan parantamisen merkitys yrityksen menestymiselle. Prosessien jatkuva kehittäminen ja innovoinnin edistäminen organisaatiossa luo kilpailuetua, joka on jopa välttämätöntä kun pyrkimyksenä on pitää kopioijat jatkuvasti askeleen jäljessä. Toimivan johtamisjärjestelmän vaikutusta pidetään merkittävä-

nä yrityksen toiminnan tehokkuudelle ja mukautumiskyvylle. Hyvänä esimerkkinä on Toyotan käyttämä japanilainen Kaizen-filosofia (ks. Käsitteet ja lyhenteet).

3.2.2 Jatkuva parantaminen

Gary Hamel (2007) esittää, että radikaalia muutosta eli innovointia tulisi toteuttaa kaiken aikaa, koska aikakauttamme leimaa liiketoimintaympäristön kiihtyvä muutostahti kaikilla aloilla. Neljästä innovaation lajista johtamisen innovaatio on hierarkian huipulla, koska sen kyky tuottaa lisäarvoa ja kilpailuetua on merkittävä. Johtamisprosessin on tuettava innovatiivista työympäristöä mm. seuraavilla keinoilla:

- uudistamalla työilmapiiriä sellaiseksi, että työntekijät voivat antaa parastaan,
- antamalla tilaa ja aikaa luovuudelle (10 % työajasta),
- motivoimalla innovatiivisuuteen (oikein kohdistettu palkitseminen),
- kouluttamalla innovatiivisuuteen (vrt. taide- & musiikkikorkeakoulut),
- antamalla työkalut (esim. intranet jakamaan tietoa ja aloitekanavaksi) sekä
- antamalla riittävät resurssit innovaatiohankkeille.

Hamelin mukaan muuttuneiden olosuhteiden psykologinen kieltäminen sekä vaihtoehtoisten strategioiden puuttuminen tietävät huonoa yrityksen tulevaisuutta ajatellen. Budjetoinnin jäykkyys näkyy siinä, että usein rahoitusresurssien allokointi hylkii tulevaisuuteen tähtääviä uusia aloitteita. Samaan aikaan status quo projekteja tuetaan avokätisesti. Projekteja jotka ovat vain nykyisen liiketoiminnan jatkeita ja niiden tulokset siten helposti ennustettavia ja näin ollen rahoitukselle on helposti laskettavat perusteet. Innovaation luonteeseen kuuluu valtavirrasta poikkeaminen. Ongelma on vain siinä, että innovoinnin tulisi olla jatkuvaa. Helposti eilisen kerettiläisopeista tulee tämän päivän ainoa oikea totuus. Silloin innovaatio pysähtyy kuin seinään ja kasvukäyrä tasaantuu. (Hamel, 2007)

3.2.3 Mukautuminen liiketoimintaympäristön muutoksiin

Hamel pitää tärkeänä, että yrityksellä on käytössä järjestelmällinen strategiavaihtoehtoja tuottava prosessi, jotta se pystyy nopeasti mukautumaan liiketoimintaympäristön muutoksiin. Metso-konserni on osoittanut että kykenee mukautumaan

muuttuvaan liiketoimintaympäristöön. Esimerkkinä tästä ovat paperiteknologian rinnalle rakennetut uudet kaivos- ja energialiiketoiminnot sekä järjestelmällinen organisaatioiden uudistaminen.

3.2.4 Johtamismallit

Projektijohtamisen haittana Laamasen (2003) mukaan on sen hektisyys, mikä estää ihmisiä kehittämästä omaa työtään, mutta ehkä keskeisin haitta on sen johtaminen kertakäyttökulttuuriin. Joskus jopa projektiin osallistuvista ihmisistä ajatellaan, ettei heistä tarvitse välittää, koska projektin jälkeen heitä ei enää tarvita. Projektijohtamisen kannattajat uskovat että:

- ei kannata suunnitella pitkälle, sillä maailma muuttuu nopeasti,
- selkeä tavoite, vastuu ja etenkin kireä aikataulu saa aikaan tehokkuutta,
- projektit lisäävät joustavuutta, koska ihmisiä voi siirtää projektista toiseen,
- projektiraportointi paikallistaa ongelmat joiden ratkaisuvastuut ovat selvät,
- projektien perusteella on helppo palkita hyvästä suorituksesta.

Funktionaalisen organisoinnin haittoina Laamanen (2003) näkee sen että muutostilanteessa perinteinen funktioihin ja osastoihin perustuva rakenne ei tue toiminnan, tuotteiden ja palveluiden voimakasta ja määrätietoista kehittämistä tyydyttämään asiakkaiden tarpeita. Yleensä osastojen sisällä työt tunnetaan suhteellisen hyvin ja organisoidaan tehokkaasti osaston omien tavoitteiden saavuttamiseksi, mutta vaikeuksia tulee yhteistoiminnassa yli yksikkörajojen, kun esimerkiksi markkinointi myy tuotteita joita tuotantoyksikkö ei pysty toimittamaan. Funktionaalinen johtaminen on hidasta, mikä johtuu sen esimieskeskeisyydestä. Tiedot kerätään esimiehille, jotka analysoivat ne ja tekevät päätökset muiden odottaessa toimeksiantoja, eivätkä he voi toimia nopeasti ja joustavasti. Aika kuluu sisäisen byrokratian pyörittämiseen. Myös muista syistä Laamanen näkee että aika on ajanut esimieskeskeisen toimintamallin ohi. Suuri osa ihmisistä haluaa itse vaikuttaa omaan työympäristöönsä ja kehittää sitä. Vaikutusmahdollisuus motivoi ja sitouttaa työntekijää. Työn luonne on monissa asioissa muuttunut asiantuntemusta vaativaksi eikä huippuasiantuntemusta voi syntyä ilman motivaatiota.

Funktionaalisen toiminnan tehokkuus syntyy siitä että ihmiset voivat keskittyä tietyn osaamisen hankintaan, kehittämiseen ja hyödyntämiseen. Osaaminen on or-

ganisaation olennainen kilpailuedun lähde ja funktionaalisessa järjestelyssä osaaminen on melko selvä etu. Lisäksi selkeä vastuu työtehtävistä mahdollistaa yksilöllisten tavoitteiden asettamisen. Tavoitejohtamiseen liittyy kuitenkin monia ongelmia. Tavoitteista sovittaessa ei kumpikaan osapuoli varsinaisesti analysoi toimintaa, siten tavoitteet eivät auta ihmisiä tekemään työtänsä paremmin. Tunnettu laatuguru W. E. Deming on sanonut, että tavoitteet ilman keinoja ovat mielettömiä. Tavoitteita ei yleensä muuteta vaikka tilanne olisi muuttunut. Lisäksi tavoitteet ovat usein lyhyen tähtäimen (alle vuosi) taloudellisia tuloksia, jotka eivät useinkaan liity strategiaan.

Metso Paperin Jyväskylän yksikön käytössä oleva matriisiorganisaatio on projekti- ja funktionaalisen mallin risteytys. Projektimallista saadaan hyötyä ns. kopio-projekteissa, joissa voidaan hyödyntää aiempien projektien materiaalia ja kokemuksia. Lisäksi projektien nopeat läpimenoajat vaativat nopeaa reagointia, jonka mahdollistaa funktionaalisesta organisaatiosta projektiorganisaatioon irrotetut resurssit, joille on annettu tietyt vapaudet toimia. Esimerkkinä itsenäisen toiminnan vapaudesta mainittakoon projektipäällikön eräässä projektissa antama vapaus pääsuunnittelijoille tehdä ratkaisuja, joiden taloudellinen vaikutus olisi korkeintaan $\pm 10\,000$ €. Toiminta on siis itseohjautuvaa tietyin rajoituksin. Projektin päättyttyä resurssit kokemuksineen palautuvat funktionaalsiin organisaatioihin, joissa osaamispääoma kehittyy kun projektikokemukset jaetaan.

Ulrich ja Eppinger toteavat matriisiorganisaation eduksi mahdollisuuden viedä läpi muutama pieni tuotekehitysprojekti yhden suuren toimitusprojektin aikana (2004). Lisäksi Ulrich ja Eppinger kiinnittävät huomiota projektitiimin jäsenten palkitsemiseen hyvästä työstä, mikä saa jäsenet huomioimaan myös muita funktionaalisia toimintoja omansa lisäksi. Ulrich ja Eppinger määrittelevät hyvän kannattavuuden palkitsemisen kriteeriksi, mutta asiakastyytyväisyyden pitäisi olla myös osana palkitsemisperusteita, jotta saadaan asiakaslähtöisyys mukaan toimintaan. Pienten tuotekehitysprojektien läpivienti toimitusprojektin aikana on myös Metsossa käytäntönä ja hyvästä suorituksesta palkitaan vaikkakaan palkitsemisperusteet eivät ole yksiselitteiset ja palkitseminen tahtoo olla satunnaissävytteistä.

3.3 Laadun ja tehokkuuden kehittäminen

3.3.1 Prosessit, laatu ja sen mittaaminen

Laatu eli se missä määrin asiakkaiden tarpeet ja odotukset toteutuvat sekä toiminnan tehokkuus, muodostuvat suurelta osin työntekijöiden motivoitumisesta ja sitoutumisesta. Työntekijöiden vaikutus laatuun on oleellinen tekijä etenkin kvalitatiivisissa työtehtävissä. Vastaava sanoma tulee esille monissa laatuun liittyvissä kirjoituksissa. Laatuguruna tunnettu Philip Crosby on sanonut laadun olevan ilmaista. Käytännössä laatutoimista aiheutuu kustannuksia, mutta niihin verrattuna laaduttomuuden aiheuttamat kustannukset yhdistettynä menetettyihin asiakassuhteisiin ovat suurempi tappio yritykselle.

Laatua arvioitaessa on tärkeää oleellisten asioiden mittaaminen sekä tulosten arviointi vertaamalla niitä oikeisiin asioihin, sillä esimerkiksi asiakastyytyväisyydestä voi syntyä harhainen kuva, jos sitä arvioidaan vain asiakkaiden valitusten pohjalta. Tyypillisesti alle 10 % tyytymättömistä asiakkaista tulee valittamaan, loput vaihtavat toimittajaa. (Prosenttiluku on uskoakseni päivittäistavarakaupasta ja investointituotteissa se on varmasti suurempi, mutta siitä saa silti hyvän kuvan.) Mittaaminen on tärkeää niin prosessien hallinnan kuin niiden kehittämisenkin kannalta. Kokemukset puhuvat sen puolesta, että systemaattinen mittaaminen jo sinänsä tuo parannusta prosessiin. Mittaustuloksia voidaan kuitenkin käyttää moneen tarkoitukseen kuten prosessin säätöön ja kehittämiseen, palkitsemiseen sekä urakehityksen ja lisäkoulutuksen ohjaamiseen. (Hokkanen – Strömberg, 2006)

Mittaus on ohjauksen väline. Mittareiden avulla voimme ymmärtää paremmin nykypäivää ja ennakoida tulevaisuutta. Ritola (2001) jakaa prosessimittareiden ja tavoitteiden johtamistavat kolmeen eri tapaan: päämääristä ja strategisista tavoitteista johdetut mittarit, sidosryhmien odotuksista johdetut mittarit ja kriittisistä menestystekijöistä johdetut mittarit. Hänen mukaan prosessien tulisi aina tukea organisaation strategisia päämääriä ja tavoitteita, joten toimivimmat tavoitteet ja mittarit saadaan strategialähtöisillä tavoilla.

Mittarit ja tavoitteet eri toiminnoille tulisi laatia niiden asioiden mukaan joihin ko. toiminnossa voidaan nimenomaan vaikuttaa. Ritola (2001) listaa asioita joihin tuotekehityksen ja suunnittelun auditoinnissa voi nostaa esille. Samoille asioille voisi

myös rakentaa mittareita ko. toiminnoissa. Ritolan listaamia asioita ovat raaka-aineiden ja materiaalien valinta, valmistusmenetelmät, asiakkaan neuvonta (valinnoissa, ratkaisuihin, asennuksissa, käytössä ja huollossa), käytönaikainen energian kulutus ja päästöt (tehokkuus, saanto, hyötysuhde), tuotteen käyttöiän pidentäminen (tuotteen rakenne, materiaalit, käyttöolosuhteet, huolto ja kunnossapito) sekä kierrätettävät osat ja materiaalit.

3.3.2 Kehittäminen mittausten pohjalta

Elektroskandia on sähkötukkkutoimintaa harjoittava merkittävä yritys joka pari vuotta sitten kuvasi tarkasti omat prosessinsa. Sen jälkeen ne virtaviivaistettiin nykyvaatimusten mukaisesti ja ryhdyttiin kouluttamaan henkilökuntaa. Elektroskandian logistiikkajohtajan Mikko Paakkisen mukaan jatkuva prosessikehitys on tärkeä osa hyvien toiminnan laatumittareiden saavuttamisessa. Toimintavarmuus on parantunut kokoajan kehittämisprosessia läpikäymällä ja toimitusten oikeellisuus on 99 %. Yhtenä syynä virhemarginaalin pienenä pysymiseen Paakkinen näkee henkilöstön koulutukseen panostamisen. Toinen tekijä on palkkaus, sillä jokainen työntekijä on mukana jossain bonuspalkkausmallissa. Laadusta palkitseminen lisää tehokkuutta ja toimintavarmuutta. (Salin, 2008)

3.3.3 Työntekijät tekevät laadun

Matriisiorganisaatiorakenteessa työntekijällä on useampi esimies, joista yksi keskittyy asiakkaan näkökulman huomioimiseen ja toinen tarkastelee toimintojen erityisosaamista. Siten yksittäisen työntekijän kuorma saattaa nousta kohtuuttoman suureksi. Esimiehen tulee valvoa, ettei sopiva työkuorma ylitä, hyvä tavoite on enintään 3-5 tehtävää kerrallaan yksittäisellä työntekijällä. Metsalla työkuormaseurantaan voisi käyttää Notes-ohjelman tehtävälista-ominaisuutta, johon jokainen työntekijä kirjaisi tehtävät ja niiden valmiusasteen. Työntekijät pääsisivät siten myös itse vaikuttamaan työnsä suunnitteluun jonkin verran, mikä lisäisi työn mielekkyyttä. Esimiehellä olisi käytössään kootusti näkymän alaistensa tehtävälistoilta, mikä helpottaisi kuormitusseuranta.

Työntekijöiden työssä jaksaminen on yksi tehokkuuteen vaikuttava tekijä. Usein syytettyinä ovat kiihtyvä muutostahti ja kvartaalitalous puhuttaessa työssä jaksamisesta. Tero Mamian mukaan ihmiset eivät enää ehdi tehdä työtään niin hyvin kuin he haluaisivat. Tutkimukset osoittavat, että niin työhyvinvoinnin, motivaation kuin sitoutumisenkin kannalta on tärkeää, että työntekijä saa tehdä mielekkäitä työtehtäviä sekä riittävästi aikaa ja voimavaroja niiden tekemiseen hyvin. (Hautaniemi, 2008)

Sanomalehti Keskisuomalaisen pääkirjoituksessa 11.1.2009 viitattiin tutkimustuloksiin joiden mukaan noin kaksi viidestä työssäkäyvistä suomalaisesta kärsii lievästä unihäiriöistä. Kirjoituksessa viitatus tutkimuksen mukaan univaikeuksien takana ovat useimmiten työelämän kovat vaatimukset. Uni häiriintyy, jos mieli askartelee työongelmien kimpussa tauotta. Liian lyhyet yöunet puolestaan vievät te-rävyyden ja asioiden omaksuminen hidastuu, eikä tieto tunnu pysyvän mielessä. Työ- ja elinkeinotoimiston julkaisemassa työolobarometrissä, vuodelta 2007, pal-kansaajat antoivat edellisvuosia paremman arvosanan muille paitsi voimavarojen riittämiseksi. Barometrissä tiivistettiin työelämän laatu neljään ulottuvuuteen, jotka ovat tasapuolinen kohtelu, työpaikan varmuus, kannustavuus ja voimavarat suhteessa työn vaatimuksiin.

3.4 Maailmanlaajuinen läsnäolo

3.4.1 Kansainvälistymisen syitä

Metso on kansainvälinen yritys, jolla on toimintoja yli 50 maassa ja asiakkaita yli 100 maassa. Metson strategia tähtää läsnäolon ja kompetenssin vahvistamiseen alueilla joilla asiakkaiden liiketoiminnan oletetaan kasvavan pitkällä aikavälillä. Strategian mukaan asiakasta palvellaan paikallisesti hyödyntäen paikallisia resursseja.

Tyypillinen syy tuotannon siirtämiselle strategian lisäksi on hintakilpailukyyn säilyttäminen. Kervisen (1/2009) artikkelissa kerrotaan kuinka Teknikum Group perusti tytäryhtiön halvemman kustannustason maahan, koska päähankkijat sitä vaativat, jottei lopputuotteen hintakilpailukyky kärsisi. Syynä tuotannon aloittami-

selle Kiinassa on alhaisempien kustannusten lisäksi myös vaadittu lyhyet paikallistoimitukset paikallisille asiakkaille.

3.4.2 Asiakasta palveltava paikallisesti

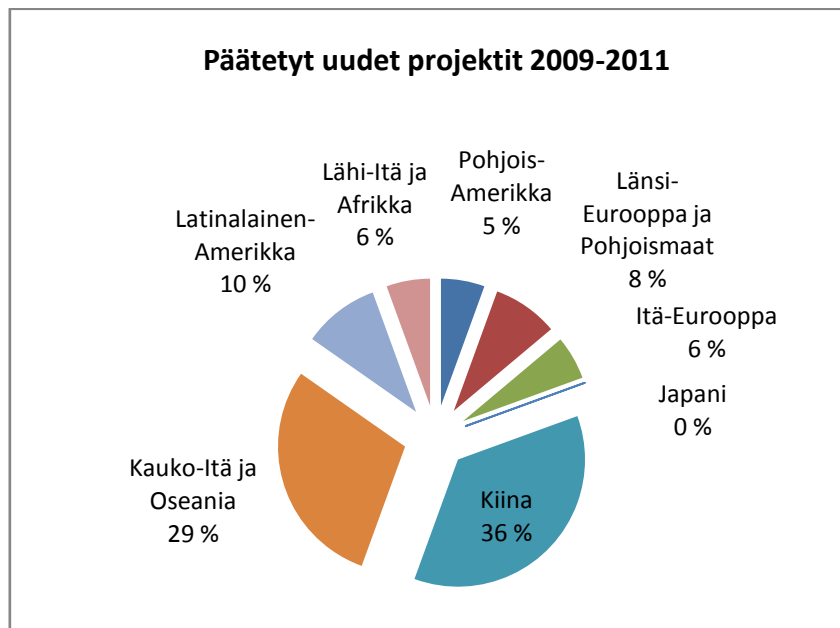
Ensikontakti asiakkaaseen on tärkeää tapahtua paikallisten resurssien kautta. Kivimäen (2009) mukaan se on toimivin tapa lyhyen vastausajan ja paikallistunteuksen takia. Asiakkaat pitävät tärkeänä että on vain yksi kontakti usean sijaan, jolta saa lisäksi asiantuntevaa ja laadukasta palvelua ympäri vuorokauden. Lisäksi saman paikallisen kontaktin pitäminen tulisi olla pitkäjänteistä. Asiat ilmenevät Metson asiakaspalautteen kartoituksesta. Lisäksi kartoituksesta saa käsityksen, että asiakas tahtoo läheisemmän suhteen palvelujen ja koneiden toimittajaan. Sen mukaan Metson tulisi toimia asiakaslähtöisemmin, vastata asiakkaan tarpeisiin nopeasti ja täsmällisesti sekä tietenkin asiakkaan näkökulmasta kohtuun hintaistisesti. Asiakas tuntee tahtovan että Metso siirtyisi toimittajasta kohti yhteistyökumppanin roolia ja kokisi asiakkaan haasteet ja ongelmat kuin ominaan. Asiakkaat tahtovat ratkaisukeskeisempää lähestymistä haasteisiinsa sekä toivovat voivansa hyödyntää merkittävän konetoimittajan kokemusta mm. asiakkaalle tarjottavien ”trouble shooting” ja prosessitutkielma tuotteiden sekä kokeneen asennus- ja huoltohenkilökunnan muodossa. (Pilot Survey, 2008)

3.4.3 Markkinat vaikuttavat tuotannon sijoittamiseen

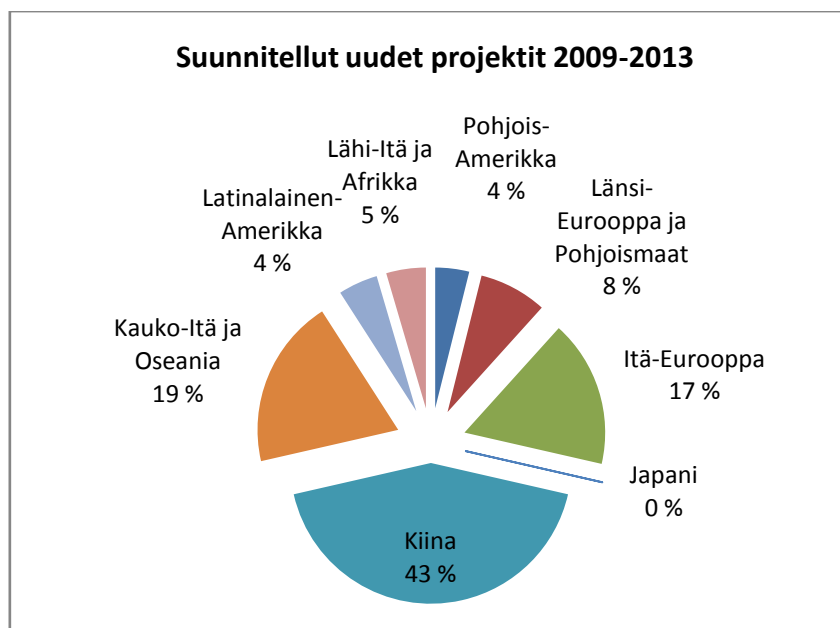
Tuotantokapasiteetin kannalta kolme merkittävää päätöstä ovat kapasiteetin lisäyksen määrä, sijoittaminen sekä lisäyksen ajoitus. Lisäyksen ajoitus ja määrä riippuvat voimakkaasti myynnin kehitysarvioista. Sijoituspäätökseen vaikuttavat puolestaan hyvin monet näkökohdat, joiden keskinäiset painoarvot vaihtelevat eri teollisuuden aloilla. Sijoituspäätökseen vaikuttavat mm. raaka-aineiden hinta ja saatavuus, kuljetuskustannusten minimointi ja markkinoiden läheisyys, osaavan työvoiman saatavuus ja työvoimakustannukset. (Lehtonen, 2004)

Paperi- ja kartonkikonemarkkinat ovat kasvaneet voimakkaasti Aasiassa ja etenkin Kiinassa. Syynä markkinoiden kasvuun voidaan pitää yleisen talouskasvun lisäämää pakkausmateriaalien tarvetta sekä Kiinan valtion päätöstä korvata maas-

sa olevat lukuisat vanhat pienet ja saastuttavat paperi- ja kartonkikoneet uusilla, jotka ovat suurempia ja saastuttavat vähemmän Kartoituksen mukaan suunnitelluista sekä jo päätetyistä uusista paperi- ja kartonkikoneprojekteista yli puolet on Aasiassa ja lähiympäristössä. Vuosille 2009–2011 päätettyjä projekteja oli yhteensä 72 kpl ja vuosille 2009–2013 suunniteltuja projekteja 154 kpl. (Metso Oyj, 2009)



Kuvio 3. Päätetyt uudet paperi- ja kartonkikoneprojektit 2009–2011 (Metso Oyj, 2009).



Kuvio 4. Suunnitellut uudet paperi- ja kartonkikoneprojektit 2009–2013 (Metso Oyj, 2009).

4 TUOTEKEHITYS

4.1 Tuotekehityksen merkitys

4.1.1 Tuotekehitys on menestystekijä

Tuotekehitys on tärkeä menestystekijä Metson kaltaisille yrityksille, joiden tavoitteisiin kuuluu teknologiajohtajuus. Jokisen (2001) mukaan menestyäkseen nyt sekä tulevaisuudessa yrityksen on pitkäjänteisesti keskityttävä kannattavuutensa parantamiseen kehittämällä prosessejaan sekä panostamalla tuotekehitykseen. Onnistunut jatkuva tuotekehitystoiminta on yrityksen menestymisen yksi keskeisimmistä edellytyksistä. Muussa tapauksessa tulee ennen pitkää aika, jolloin tuotteet ovat vanhentuneita, myynti vähenee ja viimein loppuu kokonaan.

Salorinteen ja Laamasen (1993) mielestä tuotekehitys ilmenee usein ainoastaan tuotteiden kehittämisenä. Kuitenkin kilpailun markkinoilla voittaa usein yritys, jolla on paras palvelu. Harvoissa yrityksissä on tavoitteita palvelulle ja mittareita palvelun kehittämiseksi. Tärkeimmät, tuotekonseptiin kuuluvat asiat, joiden perusteella asiakas tekee ostovalinnan, ovat tuotteen hinta, asiakkaan tarvitsemat tekniset ominaisuudet sekä asiakkaan saama palvelu. Esimerkkinä mainittakoon maamme merkittävimmän kansainvälisen tuotekehittäjän Nokian T&K-panos, mikä oli 5,6 miljardia euroa eli 11 % yhtiön liikevaihdosta. (Lukkari, 2008)

Metso konsernin tuotekehitykseen käyttämä panos vuonna 2007 oli 117 miljoonaa euroa, mikä on 1,9 % yhtiön 6,24 miljardin euron liikevaihdosta. Metso Paperin tuotekehityspanos oli 69 miljoonaa euroa eli 2,4 % sen liikevaihdosta joka oli 2,925 miljardia euroa (Metso Oyj 2008). Luvut eivät vielä kerro kuitenkaan kaikkea, sillä pienemmän mittakaavan tuotekehitystä eli tuoteparannuksia tehdään asiakastoimitusprojektien aikana säännöllisesti.

4.1.2 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu luo menestystä

Raila Äijö (2004) tiivistää hyvin käyttäjäkeskeisyyden seuraavasti: "Käyttäjäkeskeinen suunnittelu viittaa tuotesuunnittelutapaan, jonka tavoitteena on helppokäyttöisyys ja käyttäjän tarpeiden tyydyttäminen. Laajimmassa määritelmässä käyttä-

jäkeskeinen suunnittelu tarkoittaa kaikkia niitä tuotesuunnittelumenetelmiä ja -tekniikoita, joissa tuotteen loppukäyttäjä on prosessin lähtökohta ja ydin. Käyttäjäkeskeistä suunnittelua on kehitetty ja tutkittu etenkin tietojärjestelmä- ja tietoliikennetuotteissa. Tehtyjen tutkimusten perusteella käytettävyydellä ja käyttäjäkeskeisen suunnittelun toimintatapojen hyödyntämisellä vaikuttaisi olevan keskeinen merkitys tuotteen menestymiseen markkinoilla. Käytettävyyteen panostaminen on sekä tuotetta valmistavan, käyttäjän että yhteiskunnan etu.”

Äijön tutkielma toteutettiin syksyllä 2003 Metso konsernissa osana yrityksen Teollisen muotoilun teknologiaohjelmaa. Yrityksen asiantuntijat määrittivät käytettävyyden koostuvan kolmesta keskeisestä osa-alueesta: tuoteominaisuudet (esim. luotettavuus, helppokäyttöisyys, ergonomia, liikuteltavuus), tuotekehitysprosessin tehostaminen (esim. suunnittelukäytännöt, huolto ja ylläpito) ja asiakkaan prosessien parempi ymmärrys (esim. valinta, ohjeistus). Näistä ensimmäinen kuvaa varsinaisesti lopputuotteen käytettävyyttä ja kaksi muuta kuvaavat edellytyksiä käytettävyyden toteuttamiselle. Tulokset osoittavat, että käyttäjäkeskeisen suunnittelun toteuttamista organisaatiossa voivat vaikeuttaa esimerkiksi käsitteiden ja menetelmien epätarkka määrittely sekä tuotekehitysprosessin hierarkkisuus. Osallistujien määrittelemät käyttäjäkeskeisen suunnittelun kehittämistarpeet liittyivät sekä tuotekehitysprosessin kehittämiseen (esim. tiedonkeruu, suunnittelu, dokumentointi) että organisaation toiminnan kehittämiseen (esim. käyttäjäkeskeisen kulttuurin luominen, käytettävyystavoitteiden asettaminen).

Äijö toteaa tutkimuksen perusteella, että muilla toimialoilla laaditut käytettävyyden määritelmät eivät ole suoraan siirrettävissä hyvin erilaiselle toimialalle. Lisäksi voidaan todeta, että käyttäjäkeskeisen suunnittelun keskeiset mallinnukset (esim. ISO 13407-standardi) eivät anna riittävän konkreettisia toimintamalleja ja -ohjeistuksia käyttäjäkeskeisen suunnittelun toteuttamiseen uudella toimialalla.

Tutkielmassaan Äijö (2004) toteaa että yrityksen toimintatavoissa korostuvat yrityslähtöisyys ja teknologiavetoisuus. Näillä hän tarkoittaa, että asiakkaita ja käyttäjiä lähestytään, kun yrityksellä on tarve saada uutta tietoa tai halu testata uuden teknologian tai tuotteen markkinapohjaa. Käyttäjäkeskeinen suunnittelu puolestaan perustuu toimintaan, jossa käyttäjiä lähestytään ns. puhtaalta pöydältä ilman ennakko-oletuksia.

Robert Cooper (1998) kertoo kuinka Hewlett-Packard esimerkiksi käyttää paljon aikaa loppuasiakkaan eli tuotteen tulevan käyttäjän, tuotantolaitoksen henkilöstön kanssa opiskellen heidän toimintatavat, todelliset tarpeet, ongelmat jne. Tätä voidaan kutsua joko ”kärpäsenä katossa”, ”antropologiseksi” tai ”leiriytymis” - tutkimukseksi.

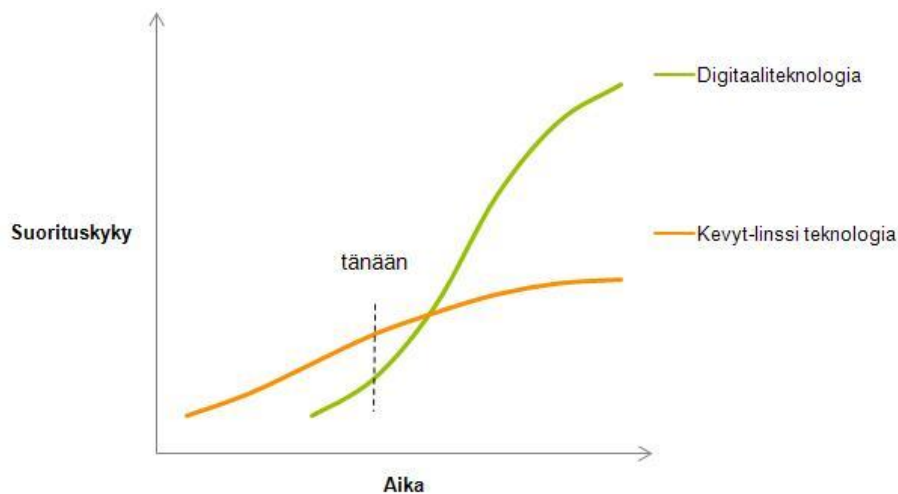
4.2 Innovatiivisuuden merkitys tuotekehityksessä

4.2.1 Luovuus hyödynnettävä kaikilla organisaation tasoilla

Yleistä käsitystä siitä, että luovuutta esiintyy ihmispopulaatiossa vain muutamalla yksilöllä, Hamel (2007) kutsuu luovuuden apartheidiksi. Nykyajan yritysjohtajat tuntevat kuitenkin kaizen-periaatteet ja kokonaisvaltaisen laatujohtamisen sekä Six Sigma-järjestelmät eli vanhasta työntekijöitä aliarvioivasta asenteesta on osin päästy irti. Silti tyypillinen nykypäivän CEO:kaan ei halukkaasti hyväksy sitä, että seuraavan miljarditulokseen johtavan innovaation lähteenä voisi olla tuntipalkkainen työntekijä tai kentällä kiertävä myyntiedustaja vaikka historia osoittaakin toisista. Toyotan menestyksen salaisuus oli se, että yhtiö järjestelmällisesti hyödynsi kaikkien työntekijöidensä ongelmanratkaisukykyä kaizen-periaatteen mukaisesti. (Hamel, 2007) (Ks. Käsitteet ja lyhenteet)

Metson brändilupauksen ”Expect results” nettivideon eräässä sloganissa todetaan että ”Ihmiset tekevät tuloksen”. Gary Hamel (2007) on samoilla linjoilla kertoessaan käytännön esimerkin W.L.Gore-yhtiöstä missä innovaatiomoottorin käyttövoimana ovat työntekijöiden aikaresurssit. Työntekijöille annetaan niin kutsuttua ”dabble time”-aikaa puoli työpäivää viikossa (10%) käytettäväksi itse valitun hankkeen edistämiseen. Monet läpimurtotuotteet kuten Gore-Tex -kuitu ja Elixir-kitarankieli ovat saaneet alkunsa työntekijöiden omiin hankkeisiinsa käyttämän ”dabble time”-ajan ansiosta. Myös muissa yrityksissä sallitaan työntekijän käyttää työaikaa omiin ”lemmikki” projekteihinsa. Mm. 3M sallii 15 % ja Rohm and Haas 10 % työajasta käytettäväksi työntekijän itse valitsemiinsa projekteihin. (Cooper, 1998)

Uusiin ajatuksiin on kyettävä suhtautumaan avoimin mielin, mikä ei aina ole helppoa. Laamanen (2003) toteaa että, ihmismieli on armoton toimiessaan luontaisesti negatiivisen, poissulkevan logiikan kautta. Sillä pienenkin kielteisen piirteen perusteella saatetaan hylätä kaikki mahdollisesti merkittävät saatavilla olevat hyödyt. Ulrich & Eppinger (2004) antavat esimerkin kuinka Xerox valitsi vuosituhannen vaihteessa digitaalisen kopiokoneteknologian käyttöönsä vaikka perinteinen linssi-teknologia oli vielä kyseisellä hetkellä suorituskyykyisempi. Teknologioiden kehityksen s-käyrät alkavat niiden esiin tulosta, jolloin suorituskyyky on vielä vaatimattomaa. Kokemuksen myötä suorituskyyky kasvaa vauhdilla, kunnes teknologia saavuttaa luontaisen kehityshuippunsa ja lopulta vanhenee. (Ks. Kuvio 3.)



Kuvio 5. Xerox uskoi digitaalitekнологian kehittymiseen seuraavina vuosina kyseisen s-käyrän tapaan.

4.2.2 Hyvää työvirettä heikentävien asioiden korjaaminen

Flow-konsultti Anna Linda Hulströmin mukaan (Klingemann, 2009) hyvää työvirettä ja siten myös luovuutta heikentävät liian vaativa tai helppo tehtävä valmiuksiin nähden, työtoverit joilla on vahvat mielipiteet ja kapea näkemys käsiteltävään asiaan, sähköisten järjestelmien toimimattomuus sekä heikko tai epämiellyttävä fyysinen olotila. Vaikka toimihenkilö pystyy itsekin vaikuttamaan työvireeseensä liittyviin asioihin, on esimiehen vaikutusmahdollisuus myös merkittävä. Tuttuja asioita ovat työtehtävien sopiva vaativuus ja määrä, tiimien muodostaminen sopivista henkilöistä ja kannustaminen parempiin työsuorituksiin sekä itsestään huolehtimiseen. Hieman tuntemattomampaa on järjestelmien häiriöiden vaikutuksen merki-

tys työvireen heikkenemiseen, joka voi olla merkittävä. Nykyisin lähes kaikki työ tapahtuu sähköisesti, joten häiriöissä menetetään myös paljon työaikaa.

Metson työolotutkimuksen (TellUs 2007) mukaan eniten parannettavaa oli palkittamisessa, vaikutusmahdollisuuksissa sekä toiminnan kehittämisessä. Myös kuormittuneisuudessa, tiedon kulussa ja työn organisoinnissa löytyi jonkin verran parannettavaa. Sam Freesmeyer (2008) luennollaan kertoi, kuinka Valtran tuotekehityksen tehokkuus parani huomattavasti tehtävien selkeyttämisen, projektin aikaisten muutosten karsimisen sekä palkankorotusten myötä. Tehtävien rajaamisen ja selkeyttämisen myötä toimihenkilölle jäi riittävästi aikaa niiden hoitamiseksi hyvin ja palkankorotus antoi signaalin toimihenkilölle, että hänen työtä arvostetaan. Freesmeyer ei pidä palkankorotusta parhaana ratkaisuna, koska sen vaikutus ei ole pitkäkestoinen, mutta korotus yhdessä tehtävien selkeyttämisponnistelujen kanssa maksoivat itsensä takaisin työn tehostumisen myötä vähentyneenä alihankintatyövoiman tarpeena.

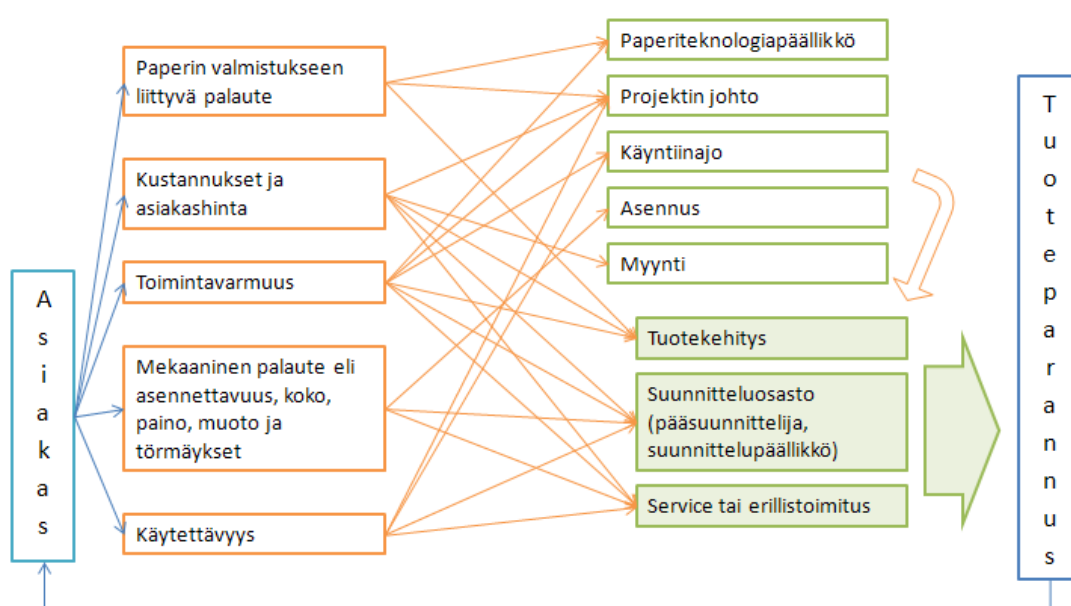
4.2.3 Innovaatioiden tunnistaminen

Käyttöönnottamaton idea ei ole yrityksen kannalta minkään arvoinen. Ideoiden hyödyntämiseen olisi pyrittävä ilman pitkää viivettä. Viivyttelyllä menetetään usein aikaisen mahdollisuuden havaitsemisen tuoma etu. Yrityksen pitää myös pystyä toteuttamaan asiakkaiden tarpeet paremmin kuin kilpailijat. Yrityksen ilmapiirin pitää olla sellainen, että ihmiset ovat innostuneita keksimään uusia tapoja täyttää asiakkaan tarpeet. Kaikkien yrityksen työntekijöiden pitäisi saada osallistua tähän toimintaan eivätkä ideat saa tukahtua liian kriittiseen esimieheen. (Salorinne & Laamanen, 1993)

On tärkeää että yrityksen johto ohjaa tuotekehitystä. Johdon tulee osallistua uusien projektien valintaan ja paneutua myös käynnissä oleviin hankkeisiin. Pelkkä varojen osoittaminen tuotekehitykseen ei riitä. Johdon on valvottava, että yrityksen strategia ohjaa tuotekehitysprojektien valintaa. Tärkeä tehtävä yritysjohdolle on myös löytää oikea tasapaino järjestelmällisyyden ja innovatiivisuuden välille mahdollisimman tehokkaan tuotekehitysprosessin aikaansaamiseksi. Osaavat, asiastaan innostuneet ihmiset ovat yrityksen tuotekehityksen ratkaiseva tekijä. (Salorinne & Laamanen, 1993)

Asiakkaan aloitteesta saadaan useammin tuoteparannusideoita kuin merkittäviä tuoteinnovaatioita. Mutta innovaatioihin johtavia ideoita syntyy asiakasrajapinnasta yrityksen oman henkilöstön aloitteesta, kun etsitään ratkaisua asiakkaan ongelmaan. Metsolla on hyvä toimintatapa käyttää projekti- ja tuotekehityshenkilöstöä asiakasrajapinnassa tukemassa asiakasta ja omaa asennushenkilöstöä, sillä palautteen ja ideoiden saaminen onnistuu parhaiten kiertämällä paperikonetta ja kyselemällä henkilöiltä organisaation eri tasoilla. Asiakaspalavereista saadaan tyypillisesti vain päällimmäiset asiat, mutta ne heikot signaalit löytyvät tehdassalisista. (Kivimaa, 2009)

Asiakasrajapinnassa työskenteleviltä Metson asiantuntijoilta saadaan palautetta tyypillisesti vain heidän asiantuntemusalueeseen kuuluvista asioista ja silloinkin on todennäköistä että palaute hautautuu sisäisiin muistioihin. Seuraavassa kuviossa on esitetty kulkukaavio Metson projektipalautteen etenemisestä. Projektitoimituksissa syntyy innovaatioita, kun tuotteita suunnittelevat tahot pääsevät näkemään laitteen toiminnassa ja parhaassa tapauksessa käyttämään suunnittelemaansa laitetta. Suorin reitti asiakaspalautteesta tuoteparannukseen kulkee tuotekehityksen, suunnittelun tai erillistoimituksia tekevän projektitiimin kautta. Tuotekehitys on mukana paperinvalmistusprosessin kehittämisessä, prototyyppi toimituksissa sekä ongelmanratkaisu tilanteissa, joten heidän vaikutus on merkittävin.



Kuvio 6. Palautteen kulkukaavio: Suorin reitti tuoteparannukseen kulkee tuotekehittäjän, suunnittelijan tai erillistoimitusprojektitiimin kautta.

Asiakasta lähellä toimivat paikallisen linjaorganisaation myyntihenkilöt saavat runsaasti tietoa asiakkaiden tarpeista ja kilpailijoiden liikkeistä. Tiedon kanavoimiseksi suunnitteluun ja tuotekehitykseen ei kuitenkaan ole järjestelmää. Juha Kallvikbackan (2009) mielestä helppokäyttöinen järjestelmä olisi hyvä olla. Linjaorganisaatiossa paikallisten myyntihenkilöiden teknisen osaamisen taso on kuitenkin kirjavaa. Siksi nähdään parhaaksi tiedon suodattaminen Jyväskylän myyntitoiminnon kautta. Tehokkaimmillaan järjestelmä olisi mahdollisimman yksinkertainen, jolloin sitä myös käytettäisiin. Mielellään internet-pohjainen, johon paikallinen myyjä ja miksei asennuksen ja suunnittelun henkilökinn voisi täyttää lyhyesti tarvittavat tiedot asiakkaan tarpeesta ja tuotantolaitoksen osasta, johon tarve liittyy.

Järjestelmällä kerättäisiin heikkoja signaaleja, ja kun sama signaali saadaan riittävän monesta eri paikasta, huomataan potentiaaliset uudet tuoteideat hyvissä ajoin. Käyttämättömästä järjestelmästä ei kuitenkaan ole hyötyä. Asiakasrajapinnassa työskentelyn jälkeen tietojen syöttäminen järjestelmään voitaisiin liittää osaksi toimivaa tulospalkkausta. Toimiva tulospalkkaus tarkoittaa yksinkertaista palkkiojärjestelmää, joka aidosti kannustaa oikeiden asioiden tekemiseen hyvin. Myös Robert G. Cooper esittää myyjien ja muiden asiakasrajapinnassa työskentelevien henkilöiden hyödyntämistä paremmin uusien tuoteideoiden keräämisessä. (Cooper, 1998)

4.3 Tuotekehitysprosessi

4.3.1 Päävaiheet ja johtaminen

Jokinen (2001) jakaa tuotekehityshankkeen neljään toimintavaiheeseen: 1. käynnistäminen, 2. luonnostelu, 3. kehittäminen ja 4. viimeistely. Käynnistämisvaiheessa selvitetään uuden tuotteen kehittämiskustannukset, markkinointinäköymät, saatavat tuotot sekä ympäristö- ja työterveyskysymykset. Myönteisessä tapauksessa käynnistämisvaihe päättyy kehityspäätökseen.

Keskeinen osa tuotekehitysprosessin laadunvarmistusjärjestelmää on tuntea haluttu lopputulos ennen varsinaiseen projektin toteutukseen lähtemistä. Siksi käynnistämisvaiheessa tehdään esitutkimus, jonka tavoitteena on mm.

- määritellä tuote,
- hahmottaa tuotteen ulkonäkö,
- etsiä teknisten ongelmakohtien ratkaisumallit sekä
- selvittää:
 - o liiketoiminnallinen edellytys (asiakastarpeet),
 - o tuotteen rakennekonsepti,
 - o uutuusarvo,
 - o ennakkouutuustutkimuksen avulla teollisoikeudet, esim. patentit,
 - o laatukaavion avulla miten tuote vastaa käyttäjän tarpeita.

Välimaa (1994) toteaa että tuotekehitystyö sitoo yhteen markkinoinnin, tuotekehityksen, valmistuksen sekä hallinnon ja taloudesta vastaavan yksikön. Tuotteen ulkoasuun, käyttäjäliityntään ja valmistettavuuteen asiantuntemuksen tuo teollinen muotoilija. Onnistuminen edellyttää kaikkien edellä mainittujen mukanaoloa projektin erivaiheissa, olipa yrityksen koko mikä hyvänsä. Myös Ulrich & Eppinger (2004) määrittelevät markkinoinnin, suunnittelun ja valmistuksen vaikuttamaan yhdessä tuotekehitystyön ensimmäisestä vaiheesta saakka. Huomion kiinnitti se että asiakastarpeiden huomiointi on mukana vasta toisessa eli konseptisuunnitteluvaiheessa vaikka prosessin tulisi kulkea asiakkaasta asiakkaaseen.

Varsinainen tuotekehitystyön luonnosteluvaihe alkaa tehtävän analysoinnilla. Tässä vaiheessa laaditaan uudelle tuotteelle asetettavat tavoitteet ja vaatimukset. Vaatimuslistan jälkeen luonnostelu jatkuu ratkaisumahdollisuuksien etsimisellä. Tehtävän olennaiset ongelmat ja kokonaistoiminto jaetaan osatoimintoihin, joille etsitään ratkaisumahdollisuuksia käyttäen hyväksi ideointimenetelmiä. Teknis-taloudellisten näkökohtien sekä vaatimus- ja toivelistan kriteerien perusteella suoritettavan valinnan tuloksena saadaan yksi tai useampi ratkaisuluonnos. (Jokinen 2001)

Kehittely alkaa valitun ratkaisun kokoonpanoluonnoksen laatimisella. Voidaan puhua myös layoutista. Tässä vaiheessa yleensä havaitaan suunnitelmissa teknisiä ja taloudellisia heikkouksia, joita pyritään ideoinnein eliminoimaan. Tuotteen tekniisiin ominaisuuksiin ja valmistuskustannuksiin vaikuttavat oleelliset osat optimoidaan. Työmenetelmänä käytetään usein arvoanalyysiä. Kehitysvaihe päättyy kun saadaan asetetut vaatimukset täyttävä konstruktio suunnitelluksi ja tuloksena

on kehitetty konstruktioehdotus. Jos vaatimuksia ei pystytä toteuttamaan, on kehitystyö aloitettava alusta valitsemalla lähtökohdaksi uusi ratkaisuluonnos. (Jokinen 2001)

Viimeistely on tuotekehitystapahtuman viimeinen vaihe, jolloin laaditaan työpiirustukset, osaluettelot, käyttö- ja huolto-ohjeet jne. Sarjavalmistukseen tulevista tuotteista valmistetaan tavallisesti prototyyppi. Nollasarjalla voidaan vielä testata valmistusmenetelmiä. Jos kehitettävä tuote on suuri ja kallis eikä ole mahdollista valmistaa prototyyppiä, voidaan rakentaa pienoismalli tai epävarmimmista yksityiskohdista koekappale. (Jokinen 2001)

Tuotekehitysprojektin vaiheet lyhyesti:

1. **Tuotteen ideointi:** heikot signaalit, tarve erikoistua, asiakastarve
 2. **Idean arviointi:** vrt. asiakkaan tarpeeseen, vrt. markkinoilla olevat tuotteet, soveltuvuus tuotepolitiikkaan.
 3. **Esitutkimus:** tarkemmat asiakastarpeet markkinoinnista; teknologiset mahdollisuudet; arvioitu menekki lähivuosina; markkina-alue ja sektori; markkinahinnat; kilpailija-analyysi,
 4. **Uuden tuotteen analysointi:** uuden tuotteen tekninen, tuotannollinen ja taloudellinen analysointi,
 5. **Tuotetestaus:** koekonetestit, aiemmat kokemukset ja referenssit jos kyseessä markkinoilla oleva tuote,
 6. **Testattu markkinakelpoinen tuote**
 7. **Lanseerausprosessi:** tuote-esitteet, tuotteen julkaisu valituissa medioissa.
- (Jokinen 2001)

Ulrich & Eppingerin (2004) tuotekehitysprosessin 6 vaihetta poikkeavat edellisestä muutamassa kohtaa. Ensimmäinen vaihe on heidän määrittelynsä mukaan itse asiassa vaihe 0 ja viimeinen on vaihe 5. Poikkeuksena Jokisen listaan, markkinointi, valmistus sekä muut toiminnot ovat mukana prosessissa jo varhaisessa vaiheessa rinnakkain. Heti prosessin alussa ydinryhmän muodostavat markkinoinnin, valmistuksen, hankinnan, teollisen-, mekaanisen ja automaatio suunnittelun asiantuntijat. Myöhemmissä prosessin vaiheissa markkinoinnin, valmistuksen, hankinnan, teollisen-, mekaanisen ja automaatio suunnittelun tehtävät tarkentuvat ja laajenevat, jolloin kehitystyöhön mukaan tulee suuri joukko lisähenkilöstöä kun-

kin vaiheen tarpeiden mukaisesti. Freesmayerin (2008) mukaan on tärkeää että kaikki oikeat henkilöt ovat mukana kehityksen alkuvaiheessa, sillä tuotteen lopullisiin kustannuksiin ja ominaisuuksiin merkittävin vaikutus on nimenomaan alkuvaiheen päätöksillä. Myöhemmissä vaiheissa tehtävät muutokset ovat kalliita, koska kehitysryhmässä on mukana suurempi joukko, joten muutokset vaikuttavat laajemmin. Lisäksi muutokseen mennessä tehty työ menetetään mahdollisesti osittain tai kokonaan.

Ulrich & Eppinger (2004) jaottelevat tuotekehitysprosessin vaiheet seuraavasti:

- Vaihe **0 ”suunnittelu”** alkaa yrityksen strategiasta sisältäen käsityksen luomisen teknologian kehityksestä sekä markkinatavoitteista.
- Vaiheessa **1 ”konseptikehitys”** tunnistetaan kohdemarkkinan tarpeet, luodaan ja arvioidaan vaihtoehtoisia tuotekonsepteja sekä valitaan yksi tai useampi konsepti jatkokehitykseen.
- Vaihe **2 ”järjestelmätason suunnittelu”** sisältää tuotearkkitehtuurin määrittelyn sekä tuotteen jakamisen alajärjestelmiin ja komponentteihin. Tässä vaiheessa hahmotellaan lopullista kokoonpanokaaviota ja tuotantoprosessia ryhdytään hahmottamaan.
- Vaihe **3 ”yksityiskohtien suunnittelu”** käsittää tuote-erittelyn luomisen sisältäen tiedot liittyen geometriaan, materiaaleihin ja vaadittuihin toleransseihin valmistettavien osien osalta sekä määrittelyn kaikista vakiokomponenteista. Tuotantoprosessia suunnitellaan tässä vaiheessa syvemmin.
- Vaiheessa **4 ”testaus ja jalostus”** testataan mahdollisesti useita variaatioita tuotteesta ensin alpha- ja myöhemmin beta-tason prototyyppeinä. Beta-prototyypin rakenne on jo lähellä lopullista tuoterakennetta ja sitä saatetaan testata asiakkaan tuotantoprosessissa.
- Vaiheen **5 ”tuotannon ylösajo”** tarkoitus on harjaannuttaa valmistuksen henkilöstö ja testata tuotantoprosessi mahdollisten puutteiden havaitsemiseksi. Tässä vaiheessa sopivaksi katsotussa kohdassa tapahtuu tuotteen lanseeraus.

Robert G. Cooper (1998), joka tunnetaan Stage-Gate mallistaan, jossa korostetaan mm. ”go/kill”-päätöksentekoportteja kehitysprosessin vaiheiden välillä, poikki-funktionaalisia ryhmiä ja rinnakkaissuunnittelua rugby-pelin tapaan. Cooperin mallissa kaksi ensimmäistä vaihetta ovat ns. ”kotitehtäviä”, jolloin kehitysidea analy-

soidaan ennen sen viemistä varsinaisesta kehittämisestä päättävälle portille 3. Kaksi ensimmäistä vaihetta ovat keskeisiä projektin onnistumiselle. Porteilla kehittämisen jatkamispäätöstä tekemässä on kokenut ryhmä yrityksen eri toiminnoista kuten myynti, suunnittelu, valmistus ja johto. Kustannukset kasvavat tuotekehitysprosessissa vaiheittain projektin edetessä, siksi on tärkeää osata päättää myös projektin hylkäämisestä aikaisessa vaiheessa.

Cooperin 2. sukupolven malli jossa käytetään 5 porttia, jaottelee tuotekehityksen alla lueteltuihin vaiheisiin. Porttimallista on olemassa myös kevennettyjä esim. 3 portin malleja.

- Vaihe **0 "ideointi"** on kaikkien tehtävä, muttei kenenkään vastuu. Tunnistetaan ideoiden lähteet ja "voidellaan" tie helpottamaan idean etenemistä ensimmäiselle portille.

Portti 1 "Hellävarainen arviointi":

kourallinen täytyy täyttää ja tulisi täyttää -kriteerejä, joiden seurauksena tehdään "go / kill" -päätös.

- Vaihe **1 "alustava tutkimus"** on ensimmäinen ja edullinen tutkimusvaihe, joka kestää n. 1 kk:n. Tässä vaiheessa suoritetaan pikaisesti markkina-, tekninen ja talousanalyysi.

Portti 2 "Toinen seula":

projektin uudelleen arviointi ja jatkamispäätös vaiheessa 1 tehtyjen analyysien pohjalta. Lisäksi projektin tulee täyttää samat kriteerit kuin 1. portilla paitsi vielä tarkemmin sekä mahdolliset lisävaatimukset liittyen: strategiaan, päämääriin, markkinakelpoisuuteen, taloudellisuuteen, käyttäjään.

- Vaihe **2 "yksityiskohtainen tutkimus"** on kalliimpi tutkimusvaihe, jossa rakennetaan kaupallinen tuote. Tämä kriittisenä pidetty kotitehtävävaihe sisältää analyysyjä kuten markkina-, kompetenssi-, taloudellisuus-, riski-, valmistettavuus- sekä käyttäjän tarpeet ja halut. Analyysien pohjalta laaditaan projekti-suunnitelma, määritetään tavoitteet ja vaatimukset sekä varhainen layout. Valettujen asiakkaiden mielipiteitä olisi jo hyödynnettävä tässä vaiheessa.

Portti 3 "Päätös kaupallisen tuotteen kehittämisestä":

Kehitysprojektin on täytettävä portin 2. kriteerit tarkennettuina. Porttia 3 kutsutaan myös rahaportiksi, jonka jälkeen kehityskustannukset kasvavat suuriksi. Portilla päätetään projektin päästämisestä kehitysvaiheeseen. Johtuen portin tärkeydestä, myös päätöksentekijät ovat johtotehtävissä toimivia, kokeneempia henkilöitä.

- Vaiheessa **3 ”kehitys”** implementoidaan kehityssuunnitelma ja siirrytään tuotteen fyysiseen kehittämiseen ja valmistetaan prototyyppi, joka on testattu sisäisesti. Lisäksi se on läpikäynyt joitain alustavia asiakastestejä joista on saatu palautetta. Portin 3. läpäissyt kehityssuunnitelma on tiekartta vaiheessa 3 sisältäen kronologisen listauksen tehtävistä, aikajana käsittäen alku- ja loppupisteet tehtäville, vaaditut resurssit kullekin tehtävälle, saavutettavat virstanpylväät läpi 3. vaiheen. Pitkien kehitysprojektien virstanpylväät toimivat tarkastuspisteinä, joiden kohdalla päätöksentekijöiden mahdollista puuttua projektin etenemiseen.

Portti 4 ”Kehitetyn tuotteen arviointi”:

Tarkistetaan kehitystyön tulos, tuotteen on vastattava portilla 3. määrättyjä tavoitteita sekä oltava edelleen kiinnostava. Lisäksi taloudellisuusanalyysia tarkennetaan. Tässä vaiheessa päätöksentekijöiden itselleen esittämät kysymykset muuttuvat aiemmasta: ”Pitäisikö tähän projektiin investoida?” -kysymyksestä enemmänkin: ”Kuinka hyvin projekti etenee ja pysyykö se oikeassa suunnassa?” -kysymykseksi. Portilla 4. hyväksytään testaus- ja kelpuutus suunnitelmat seuraavaan vaiheeseen, mahdollisia tarkentuneita markkinointi suunnitelmia käydään läpi ja usein myös hyväksytään tulevan vaiheen kustannusarviot.

- Vaiheessa **4 ”testaus ja kelpuutus”** testataan ja kelpuutetaan kokonaisuudessaan projektin kaupallinen elinkelpoisuus käsittäen itse tuotteen, tuotantoprosessin, asiakkaan hyväksynnän sekä projektin taloudellisuuden. Tuotetta testataan sisäisesti, järjestetään asiakas koeajoja, testataan tuotantoprosessia ja myyntiä sekä päivitetään taloudellisuusanalyysiä.

Portti 5 ”Kaupallistamisvalmiuden arviointi”:

Viimeinen mahdollisuus pysäyttää projektin eteneminen. Tällä portilla tutkitaan tarkoin testaus- ja kelpuutusvaiheessa saavutetut tulokset. Johdon mukana olo päätöksenteossa vielä tässä vaiheessa on lisäksi tärkeä vies-

ti markkinoinnille, että johto seisoo projektin takana. Portilla voidaan myös päättää kaupallistamis- ja lanseerausvaiheen seurantamittareista sekä laatia tuotteen elinkaarisuunnitelma.

- Vaiheessa **5 ”täysi tuotanto ja lanseeraus valituilla markkinoilla”** implementoidaan markkinointi-, tuotanto- ja operatiivinen suunnitelma. Muita tehtäviä suunnitelmia ovat mm. jakelu-, logistiikka- ja laatutakuu. Myös elinkaari-suunnitelma implementoidaan tässä vaiheessa. Se käsittää mm. kehitystyöt tulevaisuudessa ja uudet tuotevariaatiot.
- Viimeisenä vaiheena n. 6-18 kk lanseerauksesta suoritetaan **projektin toteutuksen jälkiarviointi ja oppiminen**. Jälkiarvioinnissa punnitaan projektin onnistuminen vertaamalla toteutuneita tavoitteita, aikatauluja, kustannuksia ja tuottoja suunniteltuihin. Poikkeamat tunnistetaan ja niiden syyt selvitetään. Jälkiarvioinnista saatu oppi hyödynnetään seuraavassa tuotekehitysprojektissa. Koko organisaatio oppii kun projektiryhmä velvoitetaan raportoimaan saavutettu lopputulos verrattuna luvattuun myös porttien 3, 4 ja 5 päätöksentekijöille.

4.3.2 Prosessimallien vertailu

Seuraavassa on verrattu kolmea hieman erilaista tuotekehitysprosessin mallia lyhyesti. Vertailu on tehty jotta Cooperin mallin erityispiirteet olisi selkeämpi tunnistaa.

- Cooperin mallin mukaisessa tuotekehitysprosessissa monista uusista ideoista lähdetään karsimaan ja hakemaan parhaita. Karsinta tapahtuu ensimmäisillä porteilla. Cooperin mallin tunnuspiirteet lyhyesti: poikki funktionaaliset ryhmät, go/kill-portit, 2 ensimmäistä vaihetta ”kotitehtäviä”, rinnakkaissuunnittelu, kustannukset kasvavat vaiheittain.
- Jokisen kuvaama malli saattaa jonkun mielestä muistuttaa enemmän suunnittelu- kuin tuotekehitysprosessia. Siinä ei myöskään huomioida tuotantoa samassa määrin kuin U&E:n ja Cooperin malleissa. Jokisen mallin vaiheet lyhyesti ovat: idea – idean arviointi – esitutkimus – uuden tuotteen analysointi – testaus – testattu markkinakelpoinen tuote – lanseeraus

- Ulrich & Eppingerin malli on suunnattu enemmän yksittäisen tuotteen eri konseptien kehittelyyn. Mallin vaiheet lyhyesti ovat: suunnittelu (strategiasta) – konseptikehitys – järjestelmätason suunnittelu – yksityiskohtainen suunnittelu – testaus ja jalostus – tuotannon ylösajo.

Metson tuotekehitysprosessi pohjautuu Cooperin malliin. Yrityksen sisällä toiminta on osittain myös Malcolm Baldrige- laatupalkinnon arviointiperusteita mukailevaa. Kyseiset arviointiperusteet ovat: ennaltaehkäisevän toiminnan korostaminen tarkastamisen sijaan, tilastollisten menetelmien hyödyntäminen tuotteiden ja prosessien mittauksissa, asiakassuuntautuminen, kaikkien työntekijöiden osallistuminen, prosessien analysointi ja parantaminen, järjestelmällisyys ongelmien analysoinnissa ja ratkaisuissa. (Brown, 1995)

4.3.3 Tuotekehitysprosessin mittaaminen ja kehittäminen

Mittaaminen on eräs apuväline tuotekehityksen tehostamisessa. Mittauksen avulla voidaan löytää tuotekehityksen heikoimmat kohdat ja sitä voidaan verrata kilpailijoiden vastaavaan. Ulrich & Eppinger (2004) mukaan vakioitu ja tarkkaan määritetty tuotekehitysprosessi auttaa varmistamaan lopputuotteen laadun, helpottaa ryhmän jäsenten välistä koordinoitua, auttaa suunnittelemaan kehitysprojektin sekä mahdollistaa tuotekehitysprosessin jatkuvan parantamisen.

Cooper (1998) ehdottaa tuotekehitysprosessille mittareita johtoryhmän työtä tukemaan. Cooper jakaa mittarit A) prosessin jälkeisiin ja B) prosessin aikaisiin seuraavasti:

A. Prosessin jälkeiset mittarit

1. lyhyen ajan (heti prosessin jälkeen mitattavat)

Aikataulun pitäminen

- lanseeraukset ajallaan (vrt. aikataulutettuun, poikkeama kuukausina)
- toteutunut läpimenoaika vrt. nopeimpaan mahdolliseen ko. projektille

Tuotekehitys- ja yleiskustannukset

- budjetissa pysyminen

2. pitkän ajan (esim. 2 vuoden jälkeen, vrt. viimeisimpään tulosodotukseen)

Taloudellinen

- tuottavuus: NPV, IRR, kuoletusaika, takaisinmaksuaika (vrt. 3 ja 5 portilla asetettuihin tavoitteisiin)
- myynti: yksikköä, euroa, markkinaosuus (vrt. asetettuihin tavoitteisiin)
- valmistuskustannukset (vrt. asetettuihin tavoitteisiin)

Onnistumisaste

- osuus tuotelanseerauksista, joista tuli kaupallisia menestyksiä
- osuus kehitysprojekteista, joista tuli kaupallisia menestyksiä
- aikakäyrä, jossa näytetään prosenttiosuus jokaisen kehitysvaiheen käyttämästä ajasta koko projektissa (evaluointi, markkina-analyysi, kehitys, testaus, kaupallistaminen)

Uusien tuotteiden osuus kokonaismyynnistä

- määriteltävä uusi tuote, esim. 3 vuoden sisällä lanseeratut tuotteet

B. Prosessin aikaiset mittarit

1. Subjektiiiviset

Porttien eli päätöstentekokokousten laatu

- pisteyttämiskorttien täyttäminen kokouksissa

Poikkeamien osuus tuotekehitysprosessin säännöistä

- tuotespesifikaation muutosten osuus portti nro 3:n jälkeen
- suunnitelmien muutospyyntöjen lukumäärä
- peruttujen päätöstentekokokousten lukumäärä johtuen päätösvaltaisten henkilöiden perumisista

Osuus projekteista, jotka todella mukailevat tuotekehitysprosessia

- tuotekehitysprosessista vastaavan päätös

2. Objektiiiviset

Aikataulu

- osuus projekteista jotka saavuttavat päätöstenteko "portit" ajallaan
- keskimääräinen vaihtelu aikataulutetun ja jättämän välillä (kuukautta tai prosenttia)

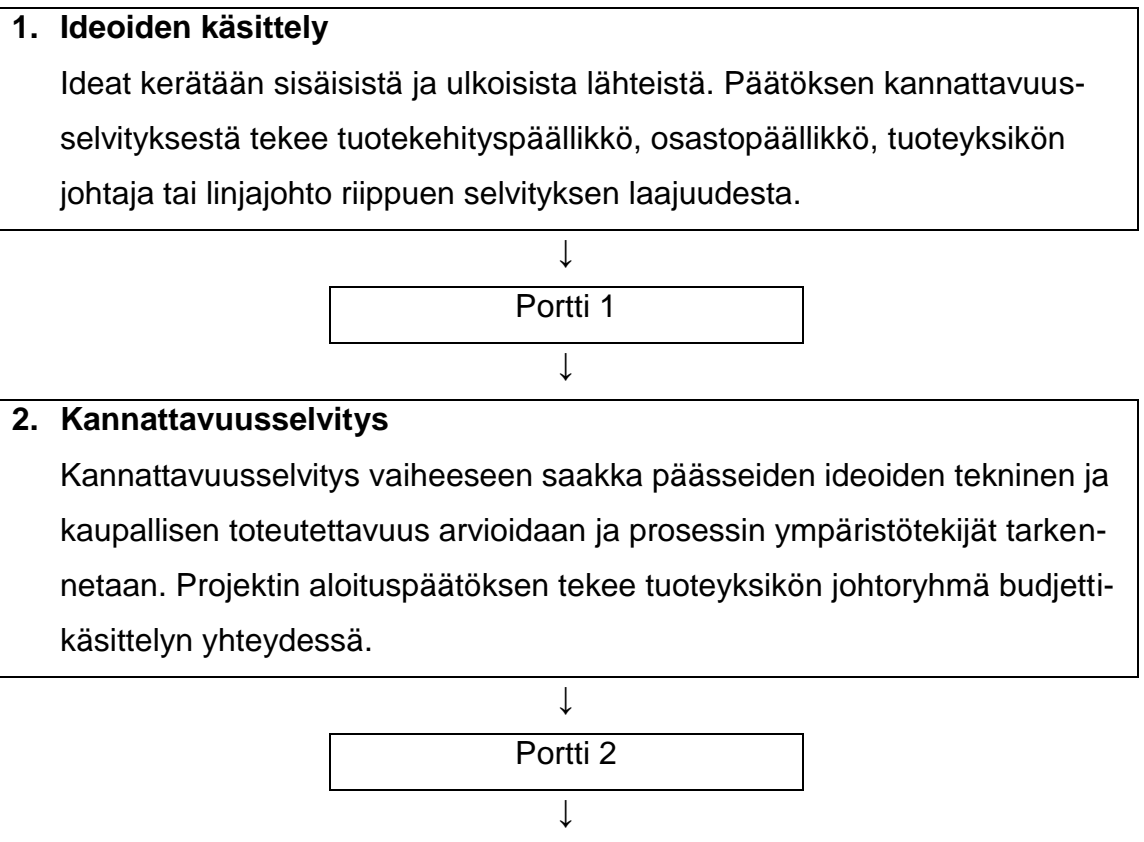
Budjetin pitävyys

- osuus projekteista jotka pysyvät budjetissa prosessin joka vaiheessa
- keskimääräinen vaihtelu budjetissa pysymisessä vaiheittain (prosentteina)

4.3.4 Metson innovaatioprosessi

Metso Paperin käyttämä tuotekehitysmalli vastaa Cooperin porttimallia, joka on yleisimmin käytetty tunnetuista tuotekehitysmalleista. Siinä kehitysvaiheiden välillä on ns. päätöksentekoportti, joka kehitysidean on läpäistävä päästäkseen seuraavaan vaiheeseen. Metson innovaatioprosessi on muokattu vastaamaan Metson tarpeita.

Taulukko 3. Metson innovaatioprosessi.



3. Tuotekehitys

Tuotekehitysvaiheessa laaditaan vaihekohtainen projektisuunnitelma, jonka pohjalta tuotteen toiminnan ja toimintojen suunnittelu ja kehittäminen alkaa. Suunnittelu ja kehittäminen pitävät sisällään esisuunnittelun, kustannusrakenteen, toimintasuunnitelmat, lisäanalyysit (esim. elinkaarianalyysi) sekä tuotekonseptin luomisen ja valinnan. Teknisen toteutuskelpoisuuden arviointi (oma valmistus/ ulkoistaminen/ lisensointi) suoritetaan myös tässä vaiheessa sekä tarkistetaan IPR – suoja (oma ja kilpailijat)

Osana tuotekehitysvaihetta ovat myös ympäristötavoitteiden päivittäminen ja niiden huomioon ottaminen prosessi- ja konstruktioratkaisuissa sekä ympäristöargumenttien laatiminen markkinointia ja lanseerausta varten.

Konseptikehitysvaiheen jälkeen tuotekehityspäällikkö toimii esittelijänä ja tuotteistamistiimi tekee päätöksen prototyypivalmiudesta portilla 3.



Portti 3 (Protovalmius)



4. Tuotesuunnittelu

Tuotesuunnitteluvaiheeseen kuuluu tuotteen mekaaninen kehittäminen ja viimeistely (esim. erittelyt, luotettavuus, käytettävyys, ekotehokkuus jne.) sekä yksityiskohtaisen tuotemallin, kustannusmallin, kunnossapito-ohjelmien, palvelujen jne. määrittäminen. Ympäristösuorituskyvyn varmistaminen ja huomioonottaminen konstruktioissa sekä jälkimarkkinaratkaisuihin on myös osa tätä vaihetta. Tämän jälkeen viimeistellään dokumentaatio ja järjestetään sisäinen koulutus.

Tuotesuunnitteluvaiheen jälkeen suunnittelun ko. osastopäällikkö toimii esittelijänä ja tuotteistamistiimi tekee päätöksen ulkoisesta lanseerauksesta portilla 4.



Portti 4 (Myyntivalmius)



5. Lanseeraus

Lanseeraus vaiheessa toteutetaan markkinointi- ja lanseeraussuunnitelma ja tuote siirretään projektiorganisaatiolta linjaorganisaatiolle.



6. Projektikatselmus

Projektille voidaan tehdä projektikatselmus erikseen päätettäessä. Vaihe sisältää tavoitteiden saavuttamisen arvioinnin; tuotteen katselmoinnin (to- teuma vs. erittelyt ja asiakkaan näkemys); liiketoiminta-, markkinointi- ja lanseeraussuunnitelmien toteutuksen; tulosten dokumentaation projektin loppuraporttiin ja opitun tiedottamisen minkä jälkeen tuotekehityspäällikkö esittelee projektikatselmuksen tuotteistamistiimille portilla 5.



Portti 5 (projektikatselmus ja projektin lopettaminen)



7. Uuden tuotteen kelpuuttaminen

Kelpuutuksella varmennetaan, että valmis tuote kykenee täyttämään mää- ritellyt vaatimukset tai että se sopii käyttötarkoitukseensa. Kelpuutus on osa ISO9001 laatujärjestelmää. Kelpuutukset tekee [tuotteistamistiimi](#). Se toimii Metso MIP (Metso Innovation Process) prosessin mukaisesti tuottei- den kelpuuttajana päätöksentekoportilla (gate-käsittely):

Portti 3 (protovalmius),

Portti 4 (myyntivalmius),

Portti 5 (projektikatselmus ja projektin lopettaminen).

Kelpuutusmenettelyssä todetaan ja varmistetaan, että tuote täyttää asiak- kaan asettamat vaatimukset tai projektin tavoitteeksi asetetut vaatimukset.

4.3.5 Uuden tuotteen kelpuutus suunnittelussa

1. Uudet tuotteet ja merkittävät konsepti- ja rakennemuutokset käsitellään ao. ra- kenneryhmän tuotekehitystiimissä. Ne hyväksytään ja kelpuutetaan siellä. Hy- väksyntä ja kelpuutus todetaan tiimin kokousmuistiossa.

2. Rakenneryhmien konstruktioiden ja niiden muutosten kelpuutuksen määrittelee kukin suunnittelun osasto sisäisesti, joka sisältää itse toimintatavan ja tallennuspaikan.
3. Komponenttien ja niiden muutosten kelpuutuskäytännön määrittelee kukin suunnittelun osasto komponenttien osalta kuten kohdassa 2. Komponenttien kelpuutusta varten käytetään apuna kelpuutuslomaketta, joka määrittää komponentteittain.
4. Kelpuutusten lukumäärää seurataan erillisessä kannassa.

4.4 Tuotekehitys resurssien optimointi

Tuotekehityksen resurssit mitoitetaan kattamaan ydinliiketoiminnan kannalta tärkeimpien kehitysprojektien vaatima työmäärä. Siispä osa ideoista jää vaille jatkokehitystä ja tuotteistamista johtuen rajallisista resursseista tai yksinkertaisesti sopimattomuudesta tuotevalikoimaan. Sisäisiä resursseja on täydennetty alihankituilla suunnittelu- ja muotoiluresursseilla tuotekehitys- ja etenkin tuoteparannusprojekteissa esimerkiksi alkuvaiheen ideoinnissa ja mallinnustyössä. Lisähyötynä alihankinnan avulla on saatu uusia ideoita kehitettäviin tuotteisiin ja jopa itse kehitysprosessiin.

4.5 Keksinnöt Metso Paperissa

4.5.1 Keksintöjen lukumäärä

Vuonna 2008 Metso Paperissa tehtiin 683 keksintöilmoitusta ja patenttia haettiin 191 keksinnölle. Patentteja myönnettiin yhteensä 473, kun huomioidaan saman keksinnön suojaaminen eri maissa. Tehdyistä keksintöilmoituksista n. 40 - 50 %:sta Metso Paper ottaa vuosittain oikeudet itselleen maksamalla nk. ilmoituspalkkion. Työnantajalla katsotaan olevan oikeus työntekijän tekemään keksintöön, mikäli keksintö on syntynyt työsuhteessa ja se liittyy tekijän työnkuvaan, mutta periaatteessa oikeus olisi lunastettava, mikäli työsopimuksessa ei ole yrityssalaisuuteen tai keksintöihin liittyvää kohtaa. Tähän ei kuitenkaan ole yksiselitteistä vastausta vaan kaikki on tapauskohtaista. (Malkasaari, 2009)

Vuonna 1997 tuotekehitys ja -hallintaosastolla tehdyn tutkimuksen mukaan suuresta idea-massasta seuloutuu ”keihäänkärkituotteita” seuraavan suuntaa antavan listauksen mukaan. Listauksessa on prosessin eri vaiheet sekä kuhunkin vaiheeseen päässeiden ideoiden tai keksintöjen lukumäärät ja prosentit:

1. Ideoita	3000	(100 %)
2. Keksintö ilmoituksia	300	(10 %)
3. Patentti hakemuksia	150	(5 %)
4. Myönnetty patentit	112	(4 %)
5. Patentteja joilla arvoa	9	(<1 %)
6. Kruununjalokiviä	<1	(<3 ‰)

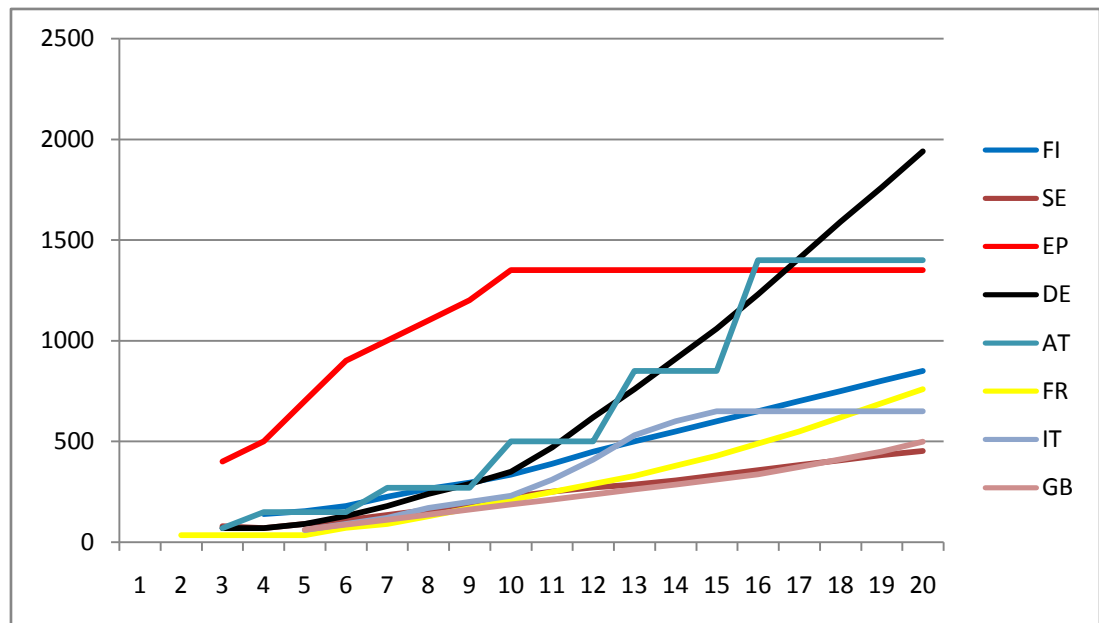
4.5.2 Patentoinnin kustannukset

Patentin hakeminen maksaa n. 50 000 € yhdelle keksinnölle kun se haetaan useaan maahan yhtä aikaa. Tässä on huomioitu tyypilliset alueet eli Pohjois-Amerikka, Eurooppa, Japani ja Kiina. Maksu koostuu käännöskuluista, virallisista maksuista sekä asiamiespalkkioista. Käännöskulut ovat karkeasti arvioiden 10 000 €. Käännöksissä käytetään paljon teknistä sanastoa ja niiden kanssa on oltava tarkkana. Viralliset maksut ovat myös n. 10 000 €. Asiamiespalkkiot muodostavat suurimman yksittäisen osan kuluista. Metso käyttää edustajia hakiesaan tuotesuojaa eri maissa. (Malkasaari, 2009)

Metso Paperilla on 2500 suojattua keksintöä, joista käytössä on n. 40 %. Tämä johtuu siitä että tuotekehitys vaatii aikaa vielä patentin myöntämisen jälkeen, koska asiakkaalle ei pidä koskaan myydä keskeneräistä tuotetta. Poikkeuksena ovat asiakkaat, joiden kanssa on erikseen sovittu lähes valmiin prototyypin testaamisesta. (Malkasaari, 2009)

Joka vuosi Metson hallussa oleva patenttisalkku evaluoidaan ja sen sisällöstä päätetään. Kilpailutilanne on yksi tuotesuojausten lukumäärään vaikuttava tekijä. Tiukka kilpailutilanne voi johtaa tuotesuojausten suurempaan määrään kuin vähemmän kilpaillulla alalla. Myös yrityksen koko vaikuttaa, sillä suuri yritys kykenee tuottamaan enemmän keksintöjä sekä ylläpitämään syntyneitä patentteja kuin pieni yritys. Patenttien ylläpitäminen maksaa sitä enemmän mitä pidempään pa-

tentti on ollut voimassa. Alla on viitteeksi Euroopan maiden patenteille asettamia vuosimaksuja. (Malkasaari, 2009)



Kuvio 7. Euroopassa patentin vuosimaksu kasvaa mitä pidempään patentti on ollut voimassa (vuosimaksu €, aikajana 0-20 v.).

5 HANKINTA JA VALMISTUS

5.1 Nykytilan mallinnus ja johtoryhmän valinta tärkeä vaihe

Hankintaketjujen kehittämiseksi on ensin selvitettävä nykytila. Toiminnan nykytilan ymmärtämisessä auttaa prosessikaavion laatiminen nykytilasta karkealla tasolla. Laamanen (2003) painottaa asiakkaan merkitystä prosessikuvaksessa. Toinen tärkeä asia prosessikuvauksen onnistumisen kannalta on prosessia suunnittelevaan valittavat henkilöt eli johtoryhmän valinta. Esimerkki eräästä epäonnistuneesta hankintaprosessin kehitystyöstä: Prosessin kehitysryhmään oli valittu hankintapäällikkö ja parhaat ostajat. He olivat kuvanneet tarkkaan hankintaprosessin kulun omalla osastollaan ja listanneet joukon ongelmia. Eräs oli se, että organisaatiossa seikkaili laskuja, joiden hankinta ei mennyt heidän osastonsa kautta mikä aiheutti paljon turhaa työtä. Tämän perusteella he päätyivät ehdottamaan että kaikki hankinnat tulee tehdä ostajien kautta. Toinen ongelma oli tilauksista toisiinsa puuttuvat tiedot ja kustannuksista vastaavat esimiehet eivät halunneet hyväksyä laskuja. Tähän he kehittivät parannukseksi tilauslomakkeet ja pelisäännön, että yhtään tilausta ei lähde talosta ilman esimiesten hyväksyntää.

Laamasen oman analyysin mukaan kehitystyöhön valitut ostamisen ammattilaiset halusivat alitajuisesti suojella omaa reviiriään ja monopolisoida ostamisen itselleen organisaatiossa. Kehitysprojektin alussa ei ollut jäsennetty asiakkaan tarpeita vaan oli suoraan rynnätty kuvaamaan. Toiseksi, prosessin rajausta oli epäonnistunut. Katse kääntyi sisäänpäin ja kuvaus käsitteli pelkästään osto-organisaation toimintaa. Henki oli, että kunhan muut saadaan toimimaan järkevästi ostoprosessin kannalta (lue ostajien) kannalta, niin ongelmat ratkeavat. Osaston kannalta sujuvan ostoprosessin alttarille uhrattiin organisaation laajuiset tavoitteet, kuten hyvä palvelukyky, nopeat hankinnat, alhainen pääoman sitoutuminen ja kustannusten valvonta.

5.2 Ulkoistamisen lähtökohdat

Ulkoistaminen on yksi keskeisimpiä yrityksen strategisia päätöksiä. Ulkoistamisen lähtökohtana voi olla yrityksen valmistama tuote, jolloin tarkastellaan mitkä tuotteen moduulit, komponentit tai osat valmistetaan itse ja mitkä hankitaan ulkoiselta

toimittajalta. Tuotteen kokonaan ulkoistamisesta käytetään nimitystä sopimusvalmistus. Lähestyttäessä ulkoistamista osaamisenäkökulmasta pidetään yritystä tietämysjärjestelmänä, jonka tärkein voimavara on osaaminen. Tällöin ulkoistamispäätökset perustuvat analyysiin siitä, mihin osaamisalueisiin yrityksen kannattaa keskittyä itse ja mitä hankkia ulkoa. Kolmas tapa tarkastella ulkoistamista on prosessinäkökulma. Tällöin lähtökohtana ovat liiketoimintaprosessit ja tavoitteena on tunnistaa, mihin prosesseihin ja prosessien osiin yritys keskittyy itse ja mitkä hankitaan ulkoa. Esimerkki prosessilähtöisestä ulkoistamisesta on varaston täydennystoimitusprosessin ulkoistaminen. Tällöin toimittaja seuraa asiakkaan varastosaldon ja vastaa tuotteiden saatavuudesta automaattisesti ilman asiakkaan tekemiä tilauksia. (Lehtonen, 2004)

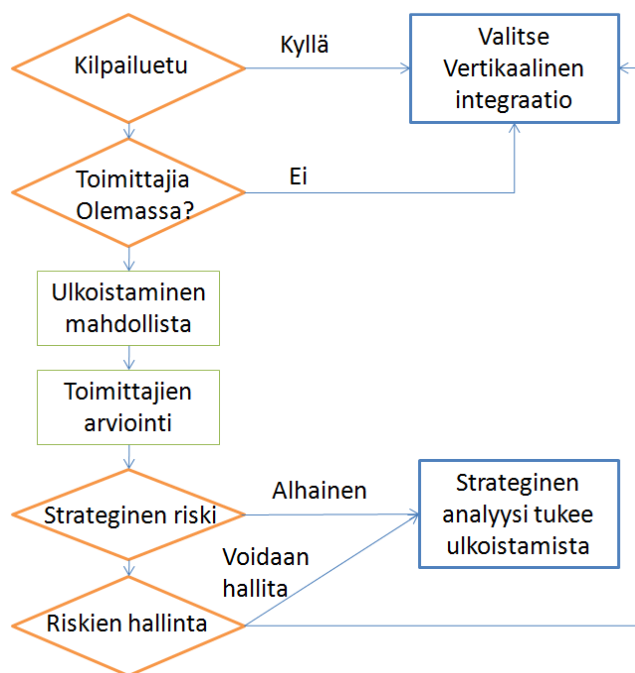
Lähestymistavasta riippumatta tärkein syy ulkopuolisten toimittajien käyttöön on se, että yritys pystyy kehittämään valitsemilleen osa-alueille ylivoimaista osaamista keskittämällä resurssinsa ja kehityspanoksensa niihin. Ulkoistamisen motiivina voi oman erikoistumisen lisäksi olla investointikustannusten pienentäminen ja joustavuuden parantaminen. Ulkoistettaessa toimintoja jotka vaativat investointeja, voidaan käyttöomaisuuteen sitoutunutta pääomaa pienentää. Ulkoistamisessa on kyse kauaskantoisesta ratkaisusta, jonka hyödyt eivät välttämättä tule esiin välittöminä kustannussäästöinä vaan pitkän aikavälin kilpailukyvyn paranemisena. (Lehtonen, 2004)

Globaalisti toimiva Metso toimittaa edelleen osan määränpään suihkuputkista Suomesta Kiinaan, mikä lisää kuljetuskustannuksia. Suihkuputki voidaan kuljettaa myös kiinnitettynä valmiiksi paikalleen suurempaan koneen rakennelohkoon, jolloin kuljetuskustannuksen osuus voidaan jättää huomioimatta, mutta suurempien rakenteiden kuljetukset vähenevät niiden valmistuksen siirtyessä enenevästi Kiinaan. Paikallisesti hankittuna sama putki saataisiin arviolta 30 % edullisemmin, mutta paikallinen laatu ei toistaiseksi täysin vastaa eurooppalaista laatua. Toisaalta tyypillisesti paikalliselle asiakkaalle riittää paikallinen laatu, vaikka toisinaan asiakas on vaatinut Eurooppalaiselta toimittajalta Eurooppalaista laatua yhdistettynä paikalliseen hintatasoon. Mikä on ilmeisen ristiriitaista. Kohoava vaatimustaso kuitenkin vie valmistuksen ja hankinnan kehitystä eteenpäin, mikä parantaa kilpailukykyä ajan mittaan.

5.3 Valmistuksen ulkoistamispäätöksen tekeminen

Tärkeä tuotantojärjestelmää koskeva rakenteellinen päätös on se mitä yritys tekee itse ja mitä se hankkii ulkopuolisilta toimittajilta. Yritys voi hankkia ulkopuoliselta toimittajalta tuotantokapasiteettia tai tuotanto-osaamista, jota yrityksellä ei ole. Ulkoistamispäätös voidaan tehdä sen mukaan mitä yritys aikoo tehdä itse. Esimerkiksi yritys voi keskittyä joko (1) tuotantoon, jonka se osaa paremmin kuin kukaan sen ulkopuolisista toimittajista, (2) tuotantoon, jonka avulla se pystyy luomaan erityistä lisäarvoa asiakkaalle tai (3) tuotantoon, jonka avulla valmistettuja osia on vaikea hankkia oman yrityksen ulkopuolelta. (Heikkilä & Ketokivi, 2005)

Keväällä 2004 Metso Paperissa aloitettiin toiminnan tehostamisohjelma, johon sisältyy myös systemaattinen pyrkimys ulkoistaa tuotantoa, joka ei ole Metso Paperille strategisesti tärkeää tulevaisuudessa. Ulkoistamispäätösten arviointiin kehitettiin päätöksentekoprosessi, joka koostuu kahdesta pääosasta: strategisesta ja taktisesta analyysistä. Strategisen analyysin tavoitteena on selvittää, onko ulkoistaminen strategisesti perusteltavissa. Taktinen analyysi keskittyy strategisessa analyysissä tunnistettujen valintavaihtoehtojen kvantitatiiviseen analyysiin. Taktisen analyysin tuloksena päätöksentekijöille syntyy suositus ulkoistamisesta tai toiminnan pitämisestä Metson omistuksessa. (Heikkilä & Ketokivi, 2005)



Kuvio 8. Ulkoistamisen strateginen analyysi.

6 SUIHKUPUTKIENTEN KEHITTÄMISTYÖ

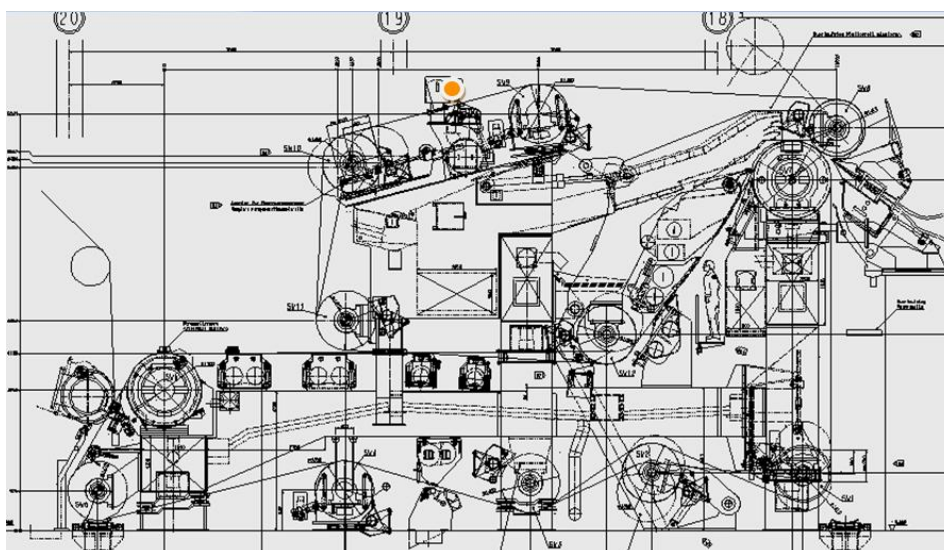
6.1 Työn kulku

6.1.1 Työ alkoi asiakasvaatimuksesta

Suihkuputkien kehittämistyö alkoi asiakkaan vaatimuksesta käyttää kaksoisputkirakennetta korkeapaineisille pesuputkille eräässä toimitusprojektissa. Selvitetessä syytä selvisi että asiakkaalla oli huonoja kokemuksia tai oli kuullut huonoista kokemuksista liittyen nykyratkaisun huollettavuuteen. Tuotantolaitokset ovat lisänneet yhteistyötä ja avoimuutta vaihtaa kokemuksia eri laitetoimittajien tuotteista, mikä selvästi parantaa asiakkaiden valveutuneisuutta ja siten nostaa vaatimustasoa.

6.1.2 Työn läpivienti kelpuutuslomakkeeseen pohjaten

Kelpuutuslomaketta täytettiin taustalla samalla kun projekti eteni. Ensimmäinen tehtävä oli kartoittaa todellinen kehitystarve, joka oli tuplaputkien käyttäminen perinteisten yksittäisputkien sijaan. Kartoituksen tuloksena rajattiin ne suositellut positiot, joissa yksittäisputki voidaan korvata tuplaputkella. Kartoituksessa selvisi myös, että suuressa osassa riitti kannakejaon tihentäminen yksittäisputkelle. Lopulta paperikoneen viiraosalla oli vain yksi suositeltu paikka tuplaputkelle.



Kuvio 9. Tuplaputken suositeltu positio kartonkikoneen viiraosalla.

Seuraava tehtävä oli selvittää putken toimintovaatimukset ja suorittaa lujuuslaskenta. Niistä selvisi tärkeitä vaatimuksia tuplaputken ominaisuuksille sekä sen kannakkeille. Kelpuutus ja soveltuvuuden kartoitus eri positiioihin eivät yksin riittäneet vaan lisäksi putkelle mietittiin vaihtoehtoisia osatoimintoja ja valmistusmenetelmiä. Kehitystyön aikana saavutettiin seuraavia mitattavia tuloksia:

- C. kelpuutettiin tuplaputket ja osoitettiin niiden suositellut sijoituspaikat viiraosalla
- D. tarkennettiin suihkuputkien kannakointiin liittyviä suunnitteluohjeita
- E. tutkittiin Formdrill-porauksen käyttämistä suihkuputken valmistuksessa ja osoitettiin menetelmän kelpoisuus
- F. kartoitettiin oskillaattori vaihtoehtoja ja osoitettiin pneumaattisen suihkuputkioskillaattorin soveltuvuus erityisesti Kiina-toimituksissa sekä
- G. kelpuutettiin uusi levyrubiinisuiutin
- H. ideoitiin automaattisten pyörivien pesuputkien tarjoamista asiakkaille.

VIIRASUUNNITTELU KELPUUTUSLOMAKE			
		Projekti:	Tuplaputken ominaisuudet ja käyttäminen märkäpäässä
		Tarkastaja:	Vesa Hyppönen
		Pvm:	
Nro	Tarkistettava asia	Tehty pvm/pm	Huom.
1	Muutos-/kehitystarpeen perustelut selvitetty	7.1.2008/VH	asiakasvaatimus
2	Tuotteen kehityshistoriaan tutustuttu huolellisesti	28.2.2008/VH	pipe-in-pipe putkia toimitettu jo vuosia
3	Toimintovaatimukset listattu kattavasti	25.1.2008/VH	pesutulos, likaantumattomuus, huolto
4	Ratkaisuvaihtoehtoja osatoiminnoille listattu ja vertailtu riittävästi	4.4.2008/VH	oskillointi, harjaus, suutin, "FormDrill"
5	Ideointivaiheessa tuotettu riittävästi vaihtoehtoisia ratkaisuja (3...4)kpl		Katsottu soveltumattomaksi sellaisenaan
6	Materiaali ja valmistusmenetelmävaihtoehtoja on selvitetty riittävästi		Katsottu soveltumattomaksi sellaisenaan
7	Lujuuslaskelmat tehty riittävän perusteellisesti, tarvittaessa hyödynnetty FEM -menetelmä	7.2.2009/VH	soveltuvuus rajoitettua eri koneleveyksille
a)	-normaalit ja poikkeavat käyntiolosuhteet huomioitu laskelmissa	7.2.2009/VH	likakertymien aiheuttama lisäpaine
b)	-kaikki mahdolliset häiriötilanteet huomioitu	7.2.2009/VH	oskilloinnin jumiutuminen
c)	-dynaamiset ominaisuudet huomioitu: ominaistuuksien, ympäristön ja sisäiset he	7.2.2009/VH	taipuma ja ominaistuuksien
d)	-lämpötilajakaumat ja lämpölaajenemiset huomioitu	7.2.2009/VH	ei suurta merkitystä tässä projektissa
e)	-materiaaliominaisuudet on otettu huomioon: korroosio- ja kulutuskestävyys, kovuu	7.2.2009/VH	korroosio ja kulutuskestävyys
8	Koeajo on tehty koelaitteella	10.9.2008/VH	formdrill, eri suuttimet ja huoltotesti
9	Koelaitteiden soveltuvuus tuotantokoneelle tarkistettu	10.9.2008/VH	koekone on kapeampi - se on huomioitu
10	Tuotekehitysprojektisuunnitelmassa esitetyt tavoitteet saavutettu		Katsottu tarpeettomaksi
11	Muutoksiin liittyvät työturvallisuusriskit tiedossa. Turvallisuusanalyysi tehty.		Katsottu tarpeettomaksi tässä projektissa
12	Ympäristövaikutukset huomioitu		Katsottu tarpeettomaksi tässä projektissa
13	Muutoksien käyttöönoton tiedottaminen ja koulutus, sekä käyttö- ja huolto-ohjeet tehty	tekeillä	valmistuu syksyllä 2009
14	Muutoksen vaikutus kunnossapitoon ja varaosiin selvitetty	20.4.2009/VH	suuttimet, oskillaattorit, suihkuputki
15	Vaikutus siirtohinnaan huomioitu ja informoitu		Katsottu tarpeettomaksi tässä projektissa
16	Projektiin liittyvä aineisto tallennettu: esim. rakennekehitys- ja mallinnuskansioon N:o	jatkuva tallenn.	Notes-järjestelmään sähköisenä

Kuvio 10. Kelpuutuslomake täytettynä.

6.1.3 Aikataulu

Aikataulu kehittämistyölle ja raportoinnille on esitetty taulukossa 4. Esiselvitykselle eli teorialutkimukseen ja kehitystehtävään tutustumiseen varattiin kevät 2008, mikä osoittautui riittäväksi. Seuraava vaihe, kehittämistyö aloitettiin osin yhtä aikaa esiselvityksen kanssa mutta vaiheet tukivat hyvin toisiaan. Kehittämistyö aikataulutettiin kestäämään syksyyn saakka. Kehittämistyö sisälsi määränpään suihkuputkien kehittämistä liittyen erääseen myyntiprojektiin sekä lisäksi yleisemmin tuleviin projekteihin. Kehittämistyövaihe sisälsi myös raportointia. Työlle varattu aika osoittautui haastavan lyhyeksi, mutta aikataulun raameissa pysyttiin myyntiprojektiin liittyviltä osin, koska asiakkaan kanssa sovitusta myyntiprojektin aikataulusta ei voinut poiketa. Muilta osinkaan aikataulusta ei kuitenkaan poikettu suuresti. Viimeinen vaihe, työn jälkiselvitykset, sisälsi raportointia enemmän kuin aiemmat vaiheet ja kehittämistyöhön sisältyvien asioiden jatkotutkimusta sekä vielä jonkin verran teorialutkimusta.

Taulukko 4. Opinnäytetyön tavoiteaikataulu.

Tehtävä	Aika
Esiselvitys	01 / 2008 – 05 / 2008
Kehittämistyö	02 / 2008 – 09 / 2008
Työn jälkiselvitykset	09 / 2008 – 05 / 2009
Raportointi valmis	05 / 2009 mennessä

6.2 Paperikoneen suihkuputket

6.2.1 Suihkuputkilla pestään tai voidellaan

Suihkuputkia käytetään paperikoneen määrässä päässä runkorakenteiden ja telojen pintojen pesuun sekä viirakudoksen laahaavan vaikutuksen alaisten komponenttien voiteluun. Suihkuputkia on tavallisesti paperikoneen määrässä päässä yli 60 kpl. Perinteisesti suihkuputki on koneen poikki oleva putki, jossa on suuttimia sopivin välein jotta saavutetaan haluttu pesu- tai voitelutulos. Suihkuputkissa käytetään viuhka-, kartio- tai neulasuihkusuuttimia, riippuen käyttötarkoituksesta.

Korkeapaineisia oskilloivia pesuputkia tai traversoivia pesulaitteita käytetään märkä- ja kuivaviirakudosten sekä puristimen huopien puhtaanapitoon. Myös pesukemikaaleja voidaan käyttää. Paperikoneen kudoksia on puhdistettava erilaisista syistä. Tyypillisesti kudoksia puhdistetaan pihkan, mustetahrojen ja muiden epäpuhtauksien poistamiseksi tavoitteena katkojen ja laatuvirheiden vähentäminen. Lisäksi, jotta kudoksen vedenläpäisykyky pysyy riittävän korkeana ja tasalaatuisena koneen poikki- ja pituussuunnassa, on kiintoaine pestävä pois märkäviirien kudospölyistä, Puristinhuovista on puhdistettava kiintoaine, jotta niiden vedenimeytyskyky pysyy riittävän suurena ja tasalaatuisena. Kuivaviirien kudospölyistä kiintoaine on poistettava, jotta lämmönjohtuminen kuivatussylintereiltä paperirainaan pysyisi riittävän korkeana ja tasalaatuisena. Tyypillinen pesuratkaisu kudosten ja imutelojen pesuun on oskilloiva korkeapaineinen pesusuihkuputki. Se on edullinen, toimiva ja sen pesualue on kattava.

6.2.2 Suihkuputkilta edellytetään huollettavuutta

Asiakkaat edellyttävät suihkuputkien hyvää huollettavuutta, koska korkeapaineisissa pesuputkissa käytettävät pienet, alle millimetrin halkaisijaltaan olevat, neulasuihkusuuttimien reiät tukkeutuvat herkästi. Suuttimia tukkivat pesuveden mukana putkistosta ja säiliöistä tuleva kiintoaine tai veteen liuenneen kalkin saostumat. Vaikka käytettäisiin puhtainta vesilaatua, ei suutinten tukkeutumiselta aikanaan voida välttyä. Suihkuputkissa käytetään tästä syystä sisäpuolisia puhdistusharjoja ja läpihuhteluventtiileitä.

Neulasuuttimia joudutaan vaihtamaan usein harjauksesta huolimatta mistä johtuen asiakkaat edellyttävät, että suihkuputket ovat helposti ja nopeasti poistettavissa ja asennettavissa takaisin koneeseen, suutinten vaihdon ja huollon takia. Vähäinen huoltoaika tarkoittaa lyhyempää seisokkiaikaa ja vastaavasti pidempää tuotantoaikaa.

Asiakasrajapinnasta on saatu tietoja, joiden mukaan suihkuputkien poistaminen koneesta ja palauttaminen koneeseen huollon ajaksi on ongelmallista. Työstä tekee haastavan pisimmillään jopa 12 metriä pitkä ja vain 90 mm halkaisijaltaan oleva putki, joka asennetaan liu'uttamalla hoitopuolelta koneen sisään. Haastavaa on saada putken pää osumaan tiukalla sovituksella oleviin liukukannakkeisiin.

Asiakkaat ovatkin tästä johtuen joissain tapauksissa vaatineet projekteihinsa kaksoisputkia. Kaksoisputki, eli putki putken sisässä, -rakennetta on käytetty tilanteissa, joissa on haluttu varmistaa putken huollettavuus. Suuttimien huollon ajaksi kaksoisputken sisempi putki voidaan vetää ulos paperikoneen hoitopuolelle käytävätasolle. Syy ongelmiin on kuitenkin ollut yksinkertaisesti yksittäisputken puutteellisesti toteutettu kannakointi, joka tekee putken huoltamisen vaikeaksi. Asia on korjattu uusissa projekteissa käyttämällä oikealla kannakejaolla olevia liukukannakkeita mahdollistamaan putken liu'uttaminen paikalleen koneeseen ja ulos koneesta.

6.2.3 Putki-putkessa rakenne

Kaksoisputki on hinnaltaan lähes kaksinkertainen verrattuna yksittäisputkeen, mutta ero yksittäisputken eduksi kaventuu, jos kokonaiskustannuksissa huomioidaan myös kannakkeet. Päistään kannatettua kaksoisputkea on järkevää käyttää kohteissa, joissa putken keskikannakkeiden toteuttaminen on haastavaa tai mahdotonta. Kaksoisputki mahdollistaa myös putken halkaisijan valitsemisen optimaalisen virtaaman saavuttamiseksi eikä mekaanisten rajoitusten mukaan. Kaksoisputki rakenteelle on olemassa myös vastaava vaihtoehto, jota kutsutaan mantteliputkeksi. Siinä sisäputki ja ulkoputki muodostavat hitsatun kiinteän kokonaisuuden. Mantteliputkelle sopiva käyttökohde on pitkä tukiväli, johon ei voida rakentaa keskikannaketta, muttei haluta myöskään erillistä kannakepalkkia putkelle.



Kuvio 11. Kaksoisputki ylhäällä ja mantteliputki alhaalla. Kaksoisputken sisäputki on poistettavissa suutinten vaihtoa helpottamaan. Mantteliputki on hitsattu kiinteärakenne.

6.2.4 Suihkuputkien yhtenäistäminen

Paperikoneen suihkuputkien yhtenäistämällä tarkoitetaan putken pituuden, suutinjauon sekä putkihalkaisijan samankaltaistamista. Yhtenäistämällä saavutetaan toistettavuutta valmistuksessa sekä asiakkaan kannalta samantyyppisten suihkuputkien keskinäinen vaihtokelpoisuus. Vaihtokelpoisuus helpottaa putkien huoltoa ja nopeuttaa pesuseisokkeja, kun asiakas voi vaihtaa koneeseen kunnostettavan putken tilalle varaputken tarvittaessa ilman koneen pysäyttämistä. Johtuen rajallisista resursseista paperitehtaalla ei suihkuputkien huoltoa ehditä suorittamaan pesuseisokin aikana, joten huolto on suoritettava koneen ollessa ajolla.

6.3 Valmistuksen kehittäminen

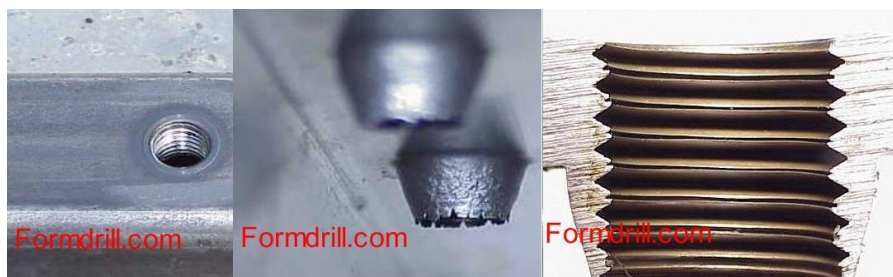
6.3.1 Formdrill-poraus yksinkertaistaa suutinten kiinnityksen

Formdrill tarkoittaa ainetta poistamatonta lämpöporaususta, joka perustuu nopeasti pyörivään poratappiin joka synnyttää kitkan avulla lämpöä painettaessa porattavaa levypintaa vasten (ks. tarkempaa tietoa Internet osoitteesta <http://www.formdrill.com>).

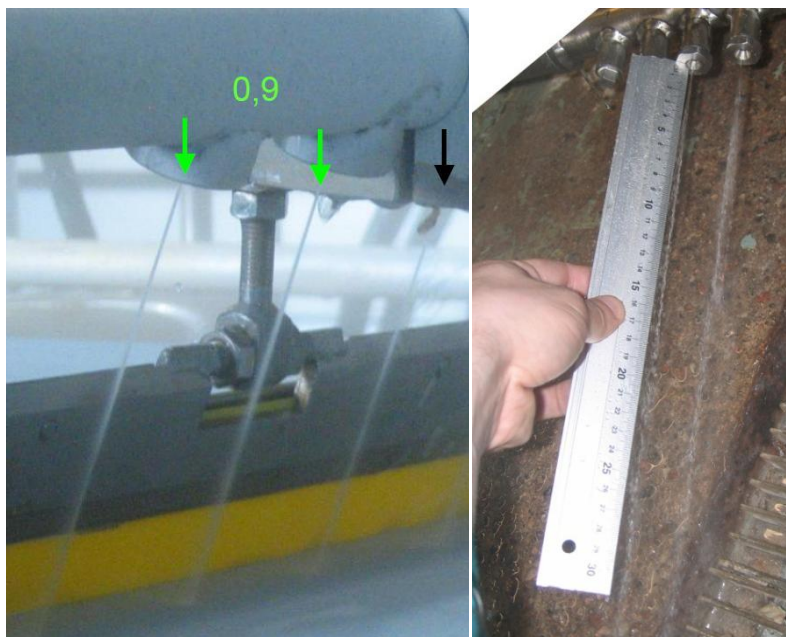
Formdrill poraus soveltuu ohutlevyille 12mm vahvuuteen saakka. Formdrill menetelmällä säästetään valmistuksessa erillisen kierrekappaleen hitsaustyövaihe sekä ylimääräinen materiaalikustannus. Menetelmällä saavutetaan vähintään 10 % säästöt verrattuna perinteiseen valmistukseen, jossa erillinen suuttimen kiinnityspesä hitsataan putkeen kiinni. Formdrill-valmistusmenetelmä on jo käytössä yhdessä Metson puhtaanapitotuotteessa. Tuote on paperikoneen kuivatusosalle tarkoitettu viiranpuhdistuslaite nimeltä ”TripleJet”.

6.3.2 Suihkun laatu vaikuttaa pesutulokseen

Triplejetissä käytetään suutinta, jonka neulasuihkun muodostava insertti osa on alumiinioksidi-materiaalia. AIO-suutinta käytetään sen edullisuuden takia. Suuttimen hinta on n. puolet perinteisestä levyrubiinisuihtimesta. AIO-insertti ei kuitenkaan muodosta riittävän laminaarista neulasuihkua täyttääkseen määränpään laatuvaatimukset. Hieman kalliimpia, korvaavia teollisuusrubiini-insertteillä varustettuja suuttimia kuitenkin löytyy markkinoilta, joiden neulasuihkun laatu täyttää määränpään vaatimukset.



Kuvio 12. Formdrill-menetelmällä kitkaporattu reikä kierteytettynä.



Kuvio 13. Teollisuusrubiini-insertti muodostaa paremman, laminaarisemman, neulasuihku (vasen). Alumiinioksidi-insertillä saadaan turbulenttisempi neulasuihku (oikea). Paine on 30 bar ja suuttimen reiän halkaisija 0,9 mm molemmissa.



Kuvio 14. Neulasuihkun laadussa on toivomisen varaa AIO-insertillä varustetussa suuttimessa: 20 bar (ylin), 25 bar (keskellä) ja 30 bar (alin).

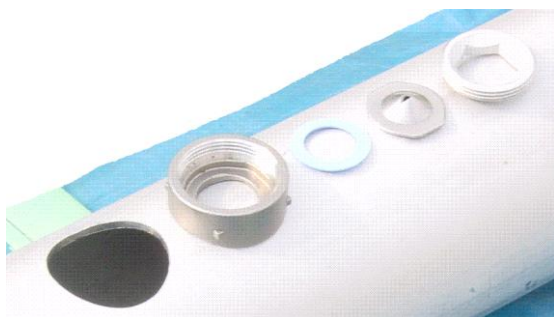
6.3.3 Kierteellisen suuttimen vaihto aika vain ¼ perinteisestä

Käytettäessä kierteistä suutinta on suuttimen vaihto aika huomattavasti nopeampi verrattuna perinteiseen levysuuttimeen. G ¼" -kierteellä varustetun suuttimen vaihtaminen kestää vain 26 % siitä ajasta mitä perinteisen. Ero selittyy perinteisen levysuuttimen lukuisammilla työvaiheilla, koska tiiviste, suutin ja mutteri ovat kaikki erillisiä osia erillisine irrotus- ja kiinnitystyövaiheineen. Kierteellinen suutin tosin

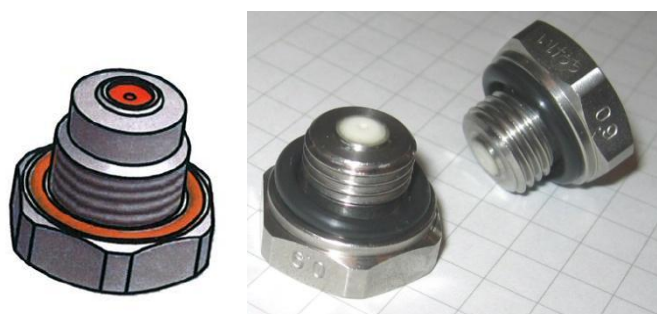
on perinteistä levymallista rubiinisuitinta 37 % kalliimpi, mutta verrattaessa G 1/4" -kierteistä suutinta huomattavasti suurempaan M32 x 1,5 -kierteiseen rubiinisuittimeen, ollaan selvästi edullisempia. M32-kierteisen suuttimen markkinahinta on jopa 4-kertainen verrattuna perinteiseen kierteettömään levyrubiinisuittimeen. Paperin valmistajista osa on siirtynyt käyttämään kallista M32-kierteistä suutinta, esimerkiksi eräällä tuotantolaitoksella Saksassa asiakas on vaihtanut näihin kalliimpiin suuttimiin, koska ne ovat nopeammin vaihdettavissa. Suuttimella saavutettava etu on siis oltava huomattava, koska kalliita suuttimia käytetään. Myös Metson ulkopuoliset suihkuputkien ja suutinten toimittajat ovat kertoneet paperin valmistajien keskuudessa kehittyvästä trendistä siirtyä kierteellisiin suuttimiin.

Taulukko 5. Rubiinisuitinten kustannus ja vaihtoaika vertailu.

Suutin	Perinteinen levysuutin Perinteiseen putkeen (ks. kuvio 14.)	G1/4" -kierre Formdrill-putkeen (ks. kuvio 15.)	M32x1,5-kierre Perinteiseen putkeen
Vaihtoaika	100 %	26 %	n. 26 % (ei mitattu)
Suutin kustannus	100 %	137 %	330 – 400 %
Putken kustannus	100 % (perinteinen)	90 % (Formdrill)	100 % (perinteinen)



Kuvio 15. Kuvassa perinteiset osat: hitsattava suutinpese (vas.), tiiviste, suutin ja kiinnitysmutteri.



Kuvio 16. ISO 228-1 G 1/4 -kierteiset rubiini- (vasen) ja alumiinioksidi-insertillä (oikea) varustetut suuttimet.

Formdrill-valmistusmenetelmää on mahdollista käyttää korkeapaineisten suihku-putkien lisäksi kaikissa muissa suihkuputkissa, jolloin suihkuputkien valmistus voidaan keskittää. Keskittämisen myötä kasvava volyymi sekä kaikille putkille sama ja yhtä aikaa helppo valmistusmenetelmä tuovat kustannussäästöjä valmistusajassa kuin materiaalisakin, kun työvaiheet vähenevät ja putkiin hitsattavat suutinpesät jäävät pois.

Myös hankintahinnassa voi odottaa säästöjä, kun putket voidaan tilata kootusti suuremmissa sarjoissa. Pelkästään yhden ostotilauksen aiheuttamat todelliset sisäiset käsittelykulut ovat kymmeniä euroja. Toisaalta kustannuksia lisäävät putkien kuljettaminen valmistajalta kokoonpanijalle tai Metsolle tarkastettavaksi ennen asennuspaikkaa. Mutta kuljetusta ei tarvitse välttämättä tehdä. Putket voitaisiin kuljettaa suoraan valmistajalta asennuspaikalle.

6.3.4 Vaihtoehtoinen huuhteluventtiili

Nykyinen muottivalulla valmistettu huuhteluventtiili pyörittää samalla putken sisällä olevaa harjaa kun venttiili avataan läpihuuhtelua varten. Hyvä puoli nykyisessä valetussa rakenteessa on että harja saadaan samalla oskilloimaan eli liikkumaan pitkittäissuunnassa samalla kun sitä pyöritetään. Oskilloinnin etu on harjaksien tasaisempi kuluminen ja tasaisempi harjaustulos. Valurakenteen huonona puolena on harjan pyöryksen ja huuhteluventtiilin avaamisen samanaikaisuus. Pelkkää putken huuhtelua ei siis ole mahdollista suorittaa ilman harjojen pyörittämistä. Pelkällä huuhtelulla olisi mahdollista vähentää harjojen kulumista. Jotkin kilpailevat suihkuputkivalmistajat tuovat markkinoinnissaan esille omista putkistaan mahdollisuuden eriaikaiseen harjaukseen ja läpihuuhteluun.

6.3.5 Laserleikkaus ja -hitsaus

Laserleikkausta ja -hitsausta on kokeiltu suihkuputkien valmistuksessa 1990-luvulla. Tuolloin ei laitteiden tekniikka ollut riittävän korkealla tasolla, että jälki olisi ollut tyydyttävää, koska suihkuputkeen hitsattavat suutinpesät vaativat ellipsin

muotoista leikkausta ja hitsausta. Lisäksi putkien valmistusmäärät eivät olleet niin suuria että laserin käyttö olisi ollut kannattavaa.



Kuvio 17. Perinteinen suutinpesä on kiinnitetty pienahitsillä.

Kujanpää, Salminen & Vihinen (2005) teoksessaan "Lasertyöstö" kertovat suomalaisessa metalli- ja elektroniikkateollisuudessa olevan laajasti käytössä laserleikkauksen ja merkkauksen. Suomen konepajateollisuuden rakenne on piensarjavaltaista ja siten laserhitsauksen soveltaminen on ollut hidasta, koska laserhitsaus edellyttää suurta volyymiä, jotta laitteiston kohtuullisen suuri investointi saadaan tehokkaaseen käyttöön. Kuitenkin laserlaitteistojen teho ja säteen laatu paranevat kaiken aikaa ja samalla laitteistojen hinnat laskevat tekniikan kehittyessä ja yleistyessä. Laserhitsauksen suurimpia etuja ovat sen pienen kokonaislämmöntuonnin ansiosta pieniksi jäävät muodonmuutokset. Muodonmuutokset ovat tyypillisesti vain murto-osa perinteisen hitsauksen aiheuttamista muodonmuutoksista.

6.3.6 Laserleikkauksen tarkkuus

Laserleikkaus on tarkempi perinteisiä plasma- ja vesileikkausta. Pyöreissä leikkausmuodoissa on realistista odottaa ohuella levyllä ($< 5 \text{ mm}$) $\pm 0,05\text{-}0,1 \text{ mm}$ ja paksuilla levyillä $\pm 0,05\text{-}0,2 \text{ mm}$ halkaisija toleranssia. Leikatun reunan vinous määrää käytännössä toleranssin suuruuden. Varsinkin autoteollisuus on ottanut käyttöön 3D-laserleikkauksen tehokkaasti. (Kujanpää, 2005, 236)

Avaimenreikähitsaus on suurinta työkappaleiden tarkkuutta vaativa prosessi. Sen kriittisyys johtuu prosessin edellyttämästä suuresta tehotiheydestä ja siten pienestä polttopisteestä, mikä edellyttää hyvää tarkkuutta railon valmistuksessa. Pienen

polttopisteen synnyttämällä pienellä sulan tilavuudella on vaikea muodostaa hyvä liittymä sovitusraseroitusten kappaleiden välille. Kapea ja syvä hitsisula yhdessä suuren hitsausnopeuden kanssa voivat aiheuttaa sen, etteivät epäpuhtaudet ja kaasukuplat ehdi poistua sulasta ennen sen jähmettymistä. Jos tunkeuma ei ulotu materiaalin läpi, hitsiin syntyy helposti huokoisuutta kun kaasukuplien poistumisreitti materiaalin läpi jää pois. Jos osien silloitushitsaus tehdään muulla hitsausprosessilla, se on tehtävä huolellisesti niin, että laserhitsauksen hyvin pienet raolotoleranssit otetaan huomioon. Railon valmistustarkkuus ja hitsattavien osien tarkkuus ovat laserhitsauksen suurimpia haasteita. (Kujanpää, 2005)

6.3.7 Lasertyöstettävän tuotteen suunnittelu

Laserhitsaus antaa suunnittelijalle mahdollisuuden käyttää uusia rakennevaihtoehtoja. Kokoamalla tuotteet tarkoituksen mukaisesti muotoilluista osista vähennetään tuotteen loppukoneistuksen tarvetta. Onnistuakseen laserhitsaus sallii vain pienen ilmaraon ja asetusvirheen liitospintojen välillä sekä säteen poikkeaman liitoksen keskeltä. Lisäksi pinnankarheuden on oltava riittävän hyvä. Liitosten toleranssivaatimuksia voidaan suurentaa huomattavasti, jos käytössä on kaksoisfokus, säteen pyöritys/vaaputus-laitteisto tai jos käytetään lisäainetta. Yleisimmäksi raolotoleranssien lievennyskeinoksi on viimeaikoina muodostunut hybridihitsaus, jolla voidaan lisäksi parhaimmillaan nostaa hitsausnopeutta. (Kujanpää, 2005)

Suihkuputkea laserleikattaessa tai -hitsattaessa on huomioitava, ettei putken sisäpintaan tartu pursetta tai roiskeita, joihin paperikoneen kierrätetyistä suihkuvesistä voi tarttua kuitu- ja täyteainekertymiä. Kertymät tukkivat suuttimia ja heikentävät puhdistustehoa. Kujanpää (2005) toteaa että purseen muodostumista voidaan välttää suurentamalla leikkauskaasun painetta tai railon leveyttä. Roiskeiden tarttumista voidaan vähentää käsittelemällä alapinta tarttumista estävillä aineilla kuten grafiitilla tai magnesiumkarbonaatilla. Putken sisäpinnan käsittely tai suojaaminen muulla tavoin on kuitenkin haastavaa johtuen putken pituudesta ja pienestä halkaisijasta.

6.3.8 Laserprosessin kustannukset

Laserprosessin suuret investointikustannukset edellyttävät järjestelmän saamista tuottavaan työhön vähintään kahdessa vuorossa useimmissa tapauksissa, jotta se olisi taloudellisesti kannattava. Toisaalta saavutettava tuotantonopeus takaa kannattavuuden, jos volyymi on riittävä.

Laserlaitteen ja jäähdyttimen tyypillinen investointi diodilaserille 4 kW laserteholla on n. 200 000 €. Vastaava Nd:YAG-laser tuottaa paremman säteenlaadun ja soveltuu siten paremmin leikkaukseen, mutta on hinnaltaan kaksinkertainen. Sekä diodi- että Nd:YAG-laser soveltuvat hyvin robotisoituun hitsaukseen, koska molempien säteiden aallonpituus sallii kuidun käyttämisen säteen siirtoon. Teollisuusrobotin tyypillinen investointi on n. 100 000 €. Kolmiulotteinen kappaleen työstö vaatii tarkat ja siten myös kalliit kiinnittimet, puhutaan jopa sadoista tuhansista euroista. Kappaleen lataus- ja purkuautomaatiikka lisää vielä kustannuksia. Optinen kuitu leikkaus- tai hitsauspäällä varustettuna on hinnaltaan jopa 10 000 €. Merkittävä kustannustekijä on työturvallisuuden edellyttämien rakenteiden toteuttaminen. Yksinkertainen ja edullinen tapa on käyttää kameroita ja monitoreita tarkkailuun. Nd:YAG-laserin käyttökulut koostuvat pääasiassa sähkö-, virityslamppu- ja huoltokustannuksista. Sähköä se kuluttaa 40-50 kertaa ulostulotehon verran sisältäen jäähdytysjärjestelmän tehontarpeen. Diodilaserin käyttökulut koostuvat sähköstä, kuivauspanoksista ja suodattimista.



Kuvio 18. Motoman robotit hitsaavat maatalouden kasteluputkiin laippoja ja liittimiä, leikkaavat plasmalla ja hoitavat materiaalin käsittelyn kahden työaseman välillä.

6.4 Automaattinen pyörivä pesusuihkuputki

6.4.1 Pintojen puhtaanapito pyörivällä pesuputkella

Automaattisia pyöriviä pesuputkia käytetään paperikoneen märänpään käynnin aikaiseen puhtaanapitoon. Hyvä pesuteho perustuu suihkun iskuenergian kohdistumiseen suoraan pestäviin pintoihin. Etenkin ahtaissa kammioissa, joiden puhtaanapito muuten on hankalaa, on automaattinen puhdistusjärjestelmä osoittautunut toimivaksi. Pyörivä pesuputki vähentää limantorjuntaa ja pintojen puhdistukseen tarkoitettujen kemikaalien tarvetta, koska se ehkäisee massakertymien muodostumista prosessialueen rakenteiden pinnoille. Kertymät tarjoavat mikro-obeille kasvualustan. Käynnin aikaisen puhtaanapidon on todettu parantavan paperikoneen ajettavuutta siten että katkojen määrä on vähentynyt ja suunniteltujen pesuseisokkien väli kasvanut. Myös paperin laatu on parantunut, kun reikien esiintyvyys ja epäpuhtaudet ovat vähentyneet. (Hurskainen, 2008)

Automaattisia pyöriviä pesuputkia valmistavia yrityksiä ovat mm. PP-pesuprosessi ja Trial. PP-Pesuprosessilla ja Metsolla on voimassaoleva yhteistyösopimus, jonka mukaan Metso voi myydä pyöriviä pesuputkia ja saada tietyn provision myynnistä. Vastaavasti PP-pesuprosessi saa teknistä tukea putkien sijoittamisessa Metson toimittamille koneille.



Kuvio 19. Automaattinen pyörivä pesuputki pesee säännöllisen pesusyklin mukaisesti ympäröiviä pintoja (lähde: PP-Pesuprosessi).

6.4.2 Pyörivän pesuputken valmistuksen kehittäminen

Putket tulee valmistaa projektikohtaisesti räätälöitynä, jotta saavutetaan paras pesutulos yksilöllisissä pesukohteissa. Tästä syystä nykyinen valmistaja joutuu käymään asiakkaan tehtaalla mittaamassa kiinnityspisteet ja pestävien pintojen muodot ja etäisyydet. Mittausten perusteella putki esivalmistetaan valmistajan verstaalla. Esivalmistuksen laajuus riippuu putken sijoituspaikan ahtaudesta, eli siitä miten helppo putki on asentaa paikalleen. Usein suihkuputkeen liitetään ulokeputket, joihin suuttimet kierretään kiinni. Ulokkeet voidaan hitsata vasta kun suihkuputki on asennettu lopulliseen sijoituspaikkaansa, joka on lähes poikkeuksetta ahdas. Työskentely ahtaassa paikassa vaatii pitkän tuotantoseisokin eikä täytä ergonomisen työtilan vaatimuksia. PP-pesuprosessin ja Metson välinen yhteistyösopimus on mahdollistanut sen, että valmistaja saa sijoituspaikan tekniset piirustukset käyttöönsä, mikäli kyseessä on Metson toimittama kone. Sopimus vähentää mittaustarvetta putken sijoituspaikalla.

Valmistus hitsaamalla on aikaa vievää. Suutinputkien hitsaaminen voitaisiin korvata kierreliitoksilla (ks. kohta 5.3.1.). Putkeen tulisi R 1/4"-sisäkierteet, joihin ulokeputket tai suuttimet on helppo ja nopea asentaa ahtaassakin paikassa. Liitos tulee vielä varmistaa joko ruuvilukitteena käytetyllä tiukemmalla Loctite 243 -lukiteliimalla tai putkiliitoksiin käytettävällä paremmin tiivistävällä, mutta 243:een verrattuna vähemmän tiukalla, Loctite 577 -lukiteliimalla.

6.5 Määränpään puhtaanapitoon tuotekonsepti

6.5.1 Puhtaanapitotuotteet

Mahdollisesti palveluliiketoiminnan myyntiartikkeliksi ja miksei suurten konelinjatöimittusten yhteydessäkin. Konsepti sisältäisi seuraavat tuotteet:

1. "Automated cleansing pipe for internal surfaces"
Automaattinen pyörivä pesuputki jossa kierreliitoksella suutinputket ja siten nopea asennus asiakkaan tehtaalla.
2. "Improved high pressure shower pipe"
Oskilloitu viirakudoksen tai huovan korkeapainepesusuihku jossa kierteiset suuttimet, jotka pudottavat suutinten vaihtoajan neljännekseen perinteisestä.

3. "Wet end cleansing study"

Asiantuntija vierailee tehtaalla analysoimassa

- puhtaanapidon nykytilan,
- vedenkulutuksen ja vesilaadun,
- suihkujen laadun (käytännössä sama kuin suuttimien kunto ja laatu),
- suihkuputkien ja harjojen kunnon sekä huollettavuuden (huollettavuudella tarkoitetaan putkien helppoa poistamista koneesta huollon ajaksi), jonka jälkeen tekee raportin, parannusehdotuksia ja kertoo asiakkaalle puhtauden vaikutuksista koneen ajettavuuteen. Hyvä ajettavuus tarkoittaa vähäiä katkoja ja suurta nopeutta. Lisäksi lopputuotteen laatu on hyvä.

Asiakkaalle voi ehdottaa pyörivien automaattisten pesuputkien lisäämistä kriittisiin tai hankalasti pestäviin paikkoihin. Hyvien suositusten antaminen suutinkokojen, vesilaadun ja paineen optimointiin tai lisäsuodatuksen asentamiseen (esim. ultrasuodotus tai painesihdi) todennäköisesti johtaa myöhemmin komponenttitoimituksiin. Asiakkaalta usein puuttuu tarpeellinen kompetenssi liittyen mekaanisiin komponentteihin liittyen, vaikka paperin valmistuksesta he tietävätkin paljon. Esimerkiksi kokeneen Metson osaamismittakaavassa suositus suihkuputkien kannakoinnin muuttamisesta liukukannakkeille on vähäinen, mutta voi johtaa asiakkaan kannalta investointiin, joka säästää heiltä huomattavasti aikaa putkien huollossa. Vastaavat pienet asiat luovat pohjaa avainasiakassuhteen muodostumiselle.

Salmisen (2009) mukaan tyypillisenä haasteena asiakastilauksen saamisessa on tuotteen tai palvelun hinta. Maailman talouden heikennyttyä hinnan merkitys on korostunut entisestään. Hinta ei kuitenkaan ole ongelma jos voidaan osoittaa investoinnille järkevä takaisinmaksu. Olisi siis kyettävä jo tarjousvaiheessa kertomaan selkeästi asiakkaalle mitä heille tarjotaan. Laskennallinen tai todellinen esimerkkitapaus on hyvä, jos sen avulla pystytään esittämään selkeitä saavutettavia säästöjä tietyn toimenpiteen johdosta. Asiakas olisi mahdollista vakuuttaa tarjoamalla tutkimuskäynti ja raportti asiakkaan tuotantolaitoksella ilman veloitusta, mutta tutkimusraportissa suositeltujen komponenttien tilauksesta saataisiin kate myös tutkimuskäynnille. Samalla saataisiin kokemusta määränpään puhtaanapidosta ja kyettäisiin kehittämään asiakkaalle tarjottavaa tutkimusta.

6.5.2 Suihkuputkien sopimusvalmistus ja hankinnan kehittäminen

Metso on toistaiseksi hankkinut harjalliset suihkuputket samalta toimittajalta Suomesta, aina silloin kun putket on toimitettu Suomesta. Toimintatapa liittyy osana suihkuputkien valmistusliiketoiminnan ulkoistamista. Metso omistaa edelleen suihkuputken piirustukset, tekniset asiakirjat sekä tuoteteknologian. Esimerkiksi osien valmistustyökaluja, kuten valumuotteja kuuluu metsopaperin omistukseen vaikka muotit ovatkin valuosien toimittajan säilytyksessä.

Harjallisten suihkuputkien toimitukset Suomesta ovat vähentyneet merkittävästi vuonna 2009, lähes 50 % (vuonna 2007: 129 kpl, 2008: 135 kpl ja 10/2009 mennessä: 65 kpl). Osaltaan väheneminen johtuu taloustaantumasta myötä vähentyneistä tilauksista, mutta osa vähenemisestä selittyy myös valmistuksen siirtymisellä pois Suomesta. Suuren paperikoneen yksittäisiä pieniä suihkuputkia ei kannata kuljettaa Suomesta muualle, mikäli koneen suurien runkorakenteiden valmistus tapahtuu muualla. Nykyisen suihkuputkitoimittajan volyymia olisi nostettava kannattavalle tasolle uusilla tuotteilla tai yhdistää suihkuputkien valmistus osaksi jonkin toisen nykyisen alihankkijan tuotepalettia.

Nykyisen toimittajan volyymiä on mahdollista nostaa esim. hankkimalla automaattisten pyörivien pesuratkaisujen teknologiaoikeudet (mm. kardaaniputken patentti). Etuja saavutettaisiin kehittämällä ja yhdenmukaistamalla kaikkien suihkuputkien valmistusta muuttamalla suutinten hitsaus Formdrill-tyyppiseksi. Valmistustekniikka (Formdrill-poranterä), suuttimet ja referenssit ovat jo olemassa. Tietty Formdrill-valmistus on myös lokalisoitavissa Metson strategiaa mukaillen.

Pyörivien pesuputkien toimittaja on alansa edelläkävijä ja markkinajohtaja Suomessa. Toimittaja omistaa teolliset oikeudet ns. putkikardaaniniveleen, joka sallii pyörivän putken taivuttamisen kulmaan ja siten asentamisen kaareviin kanaviin. Tyypillisen toimituksen kohde on torni, säiliö, viiraosa, kiekkosuodin, viirakaivo tai -kanava ja käsittää 4-7 pesuysikköä, suurimmillaan jopa 33 yksikköä. Automaattisia pesuratkaisu toimituksia on 1996 - 2008 ollut seuraavasti:

- | | | |
|------------|----------------|--------------------|
| - Suomeen | 106 toimitusta | (479 pesuysikköä), |
| - Ruotsiin | 12 toimitusta | (91 pesuysikköä), |
| - Kiinaan | 5 toimitusta | (80 pesuysikköä), |

- | | | |
|-------------------|--------------|-------------------|
| - Iso-Britanniaan | 2 toimitusta | (17 pesuysikköä), |
| - Itävaltaan | 2 toimitusta | (6 pesuysikköä), |
| - Norjaan | 2 toimitusta | (4 pesuysikköä), |
| - Saksaan | 1 toimitus | (2 pesuysikköä) |

Suihkuputkia pidetään helposti merkityksettöminä verrattaessa niitä koko paperikonelinjan kustannuksiin ja myyntikatteisiin. Suihkuputket muodostavat kuitenkin yhden merkittävistä säännöllisistä huoltokohteista asiakkaan tuotantolaitoksella. Ne vaikuttavat telapinnoitteiden ja kudosten puhtauden sekä kulumisen ohella seisokkitiheyteen. Varaosasuuttimet tuovat säännöllistä pienimuotoista myyntiä, jolla säilytetään luonnollinen yhteys asiakkaaseen. Lisäksi toimivat ja vaivatta huollettavat suihkuputket antavat asiakkaalle myönteisen mielikuvat Metson toimittamista laitteista ja mahdollisuuden erottua kilpailijoista.

7 TYÖN TULOKSET

7.1 Kelpuutusprosessin kehittäminen

Nykyinen excel -taulukkopohja on sisällöltään kattava, mutta käytettävyydeltään aikaansa jäljessä. Työn vaiheiden kirjaaminen erilliseen taulukkoon kovalevylle ja raporttien tallentaminen milloin sähköpostiin tai eri raportointikantoihin saa tiedon häviämään informaatiotulvaan. Raportointi ja muu kirjallinen projektimateriaali on syytä pitää yhdessä kannassa ja verkossa, jotta se on käytettävissä ja muokattavissa kaiken aikaa kansainvälisessä toimintaympäristössä. Materiaalin ylläpitopaikan on myös syytä kuulua automaattisen tallennuksen piiriin.

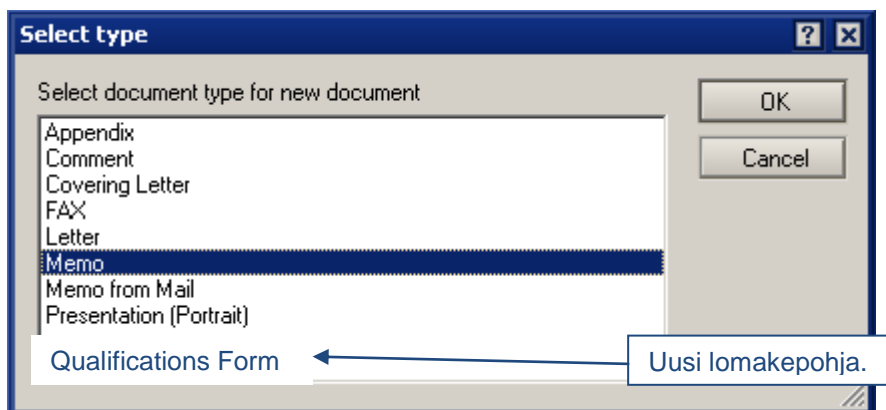
Kelpuutusprosessi rakentuu uuden sähköisen kelpuutuslomakkeen ympärille. Uuden kelpuutuslomakkeen käyttöliittymän on helppo ja johdonmukainen, mikä tarkoittaa selkeästi jäsenneltyä valmista kehitystehtävän raportointipohjaa, joka myös neuvoo täyttämässä. Lomakepohjan selailtavuutta edistää värikoodien käyttäminen sekä sisällön rakentaminen toiminnaltaan alavetovalikoiden kaltaisiin kappaleisiin. Koska prosessi rakentuu pitkälti helppokäyttöiseen lomakkeeseen, ei sen käyttämisestä tarvitse järjestää erillistä koulutusta, tiedotustilaisuus riittää. Kelpuutusprosessi käsittää karkeasti seuraavat vaiheet:

1. *proaktiivinen toimintatapa*: koelaitteen testi- tai suunnitteluvaiheessa havaittu puute raportoidaan ja korjataan,
reaktiivinen toimintatapa: asiakkaalta tulee kehitysvaatus reklamaation tai puutelistan muodossa useammasta samasta laitteesta,
2. suunnitteluosaston johto päättää kehittämisestä,
3. kelpuutuslomakkeen mukaan laaditaan kehityssuunnitelma ja suoritetaan kehitys sekä vaaditut mittaukset, testaukset ja tarkistukset,
4. kehitystehtävä päätetään, arvioidaan ja siitä opitaan.

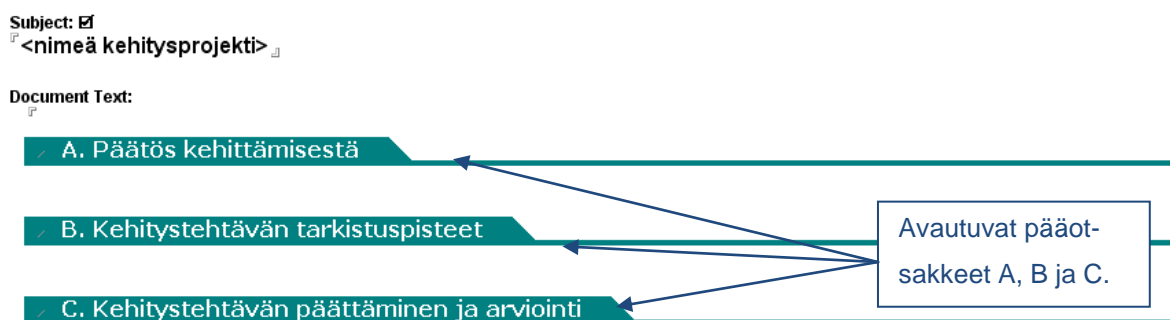
Ensimmäisen vaiheen toimintatapaa tulisi kehittää ennakoivaan suuntaan, koska negatiivisia kokemuksia saanut vanha asiakas on vaikea voittaa takaisin. Uuden asiakkaan saaminenkin on helpompaa. Lisäksi asiakasta on kuunneltava ja kerättävä puutteet sekä kaikki tärkeä tieto, joka saadaan asiakasrajapinnasta koskien omia ja kilpailijan laitteita. Asiakkaan raportointiin puutteisiin on suhtauduttava riittäväällä vakavuudella ja vähättelemättä, jotta hyvä yhteys asiakkaaseen säilyy.

7.2 Kelpuutuslomake tuote- ja projektihallintajärjestelmässä

Kelpuutuslomakepohja on syytä integroida sähköiseen tuote- ja projektihallintajärjestelmään yhdeksi uudeksi pohjaksi nykyisten ”muistioiden” ja ”raporttien” joukkoon, josta se on vaivattomasti saatavilla. Metsossa käytössä oleva sähköinen järjestelmä on Notes. Notes järjestelmään tehtävä pohja sisältäisi samoja asioita kuin vanha excel -taulukko pohja, mutta muokattuna ulkoasultaan ja sisällöltään sopimaan uuteen kelpuutusprosessiin. Uusi kehitystehtävän kelpuutuslomakepohjan sisältö koostuu kolmesta pääosasta a) päätös kehittämisestä, b) kehitystehtävän tarkistuspisteet ja c) kehitystehtävän päättäminen ja arviointi. Tarkempi kuvaus sisällöstä on esitetty seuraavissa kuvioissa.



Kuvio 20. Tähän listaan lisätään kelpuutuslomake ”Qualifications Form”.



Kuvio 21. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: Kohdat A, B ja C avaamatta.

A. Päätös kehittämisestä

A. Päätös kehittämisestä

Alaotsakkeet

Tehtävät	Päätös	Pvm	Tekijä(t)
Päätös: toteutetaan (vih), pyydetään lisäselvityksiä (kel), ei toteuteta (pun)		xx.xx.xxxx	SUKUNIMI, Etunimi
▼ Kehitystarpeen kartoittaminen ja päätös toteuttamisesta Kuinka useasta lähteestä tullut signaali kehitystarpeesta? Kuinka mittava puute on kyseessä? Kuinka useaan projektiin tai laitteeseen kehitettävä asia vaikuttaa?			
▼ Kehitysprojeffin mitoitust Projektin vaatima aika ja resurssit? Kehitysprojeffin kustannukset?			
▼ Kehityssuunnitelma ja tavoitteet Laaditaan kehityssuunnitelma ja asetetaan tavoitteet: Vastuuhenkilö(t)? Milloin / missä yhteydessä projekti toteutetaan? Milloin oltava valmis viimeistään (aika / toimitusprojekti)? Kehityskohteen toiminnalliset tavoitteet?			

(Lisää raportointi ja dokumenttiviitteet avautuvien sarakkeiden alle)

(Lisää tai poista rivejä tarvittaessa)

Täyttöohjeet alaotsakkeiden alla.

Kuvio 22. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: A. Päätös kehittämisestä.

B. Kehitystehtävän tarkistuspisteet

B. Kehitystehtävän tarkistuspisteet

Tehtävät	Vaihe	Pvm	Tekijä(t)
Vaihe: tehty (vih), kesken (kel), aloittamatta (pun)		xx.xx.xxxx	SUKUNIMI, Etunimi
▶ Tuotteen kehityshistoriaan tutustuttu huolellisesti			
▶ Toimintovaatimukset listattu kattavasti			
▶ Ratkaisuvaihtoehtoja osatoiminnoille listattu ja verrattu riittävästi			
▶ Ideointivaiheessa tuotettu riittävästi vaihtoehtoisia ratkaisuja (3-4 kpl)			
▶ Materiaali ja valmistusmenetelmävaihtoehtoja on selvitetty riittävästi			
▼ Lujuuslaskelmat tehty riittävän perusteellisesti Lujuuslaskelmat tehty riittävän perusteellisesti huomioiden: normaalit ja poikkeavat käyntiolosuhteet, häiriötilanteet, dynaamiset ominaisuudet (ominaistaajuus, ympäristön ja sisäiset herätteet), lämpötilajakaumat ja lämpölaajeneminen, materiaaliominaisuudet (korroosio, kulutuskestävyys, kovuus)			
▶ Koeajo koelaitteella ja tulosten soveltuvuus tuotantokoneelle tarkistettu			
▶ Työturvallisuusriskit, turvallisuusanalyysi, kunnossapito			

(Lisää raportointi ja dokumenttiviitteet avautuvien sarakkeiden alle)

(Lisää tai poista rivejä tarvittaessa)

Värikoodi parantaa selattavuutta.

Kuvio 23. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: B. Kehitystehtävän tarkistuspisteet.

C. Kehitystehtävän päättäminen ja arviointi

C. Kehitystehtävän päättäminen ja arviointi

Tehtävät Vaihe: tehty (vih), kesken (kel), aloittamatta (pun)	Vaihe	Pvm	Tekijä(t)
▼ Käyttöönnoton tiedottaminen, koulutus sekä käyttö- ja huolto-ohjeet Tehtyjen asioiden/muutosten käyttöönnoton tiedottaminen ja koulutus sekä käyttö- ja huolto-ohjeen tekeminen/päivittäminen.		xx.xx.xxxx	SUKUNIMI, Etunimi
▼ Tavoitteiden saavuttaminen Saavutettiinkö kehityssuunnitelman tavoitteet? Pysyttiinkö suunnitellussa aikataulussa, resursseissa ja kustannuksissa?			

(Lisää raportointi ja dokumenttiviitteet avautuvien sarakkeiden alle)

(Lisää tai poista rivejä tarvittaessa)

Kuvio 24. Kelpuutuslomakepohjan sisältö: C. Kehitystehtävän päättäminen ja arviointi.

Antti Leinosen aloitteesta lomakepohja-ajatus käytiin esittämässä Metson Jyväskylän yksikössä tuotetiedon hallintajärjestelmien ylläpidosta ja kehittämisestä vastaavalle Hannu Similälle. Hän piti ajatusta kelvollisena, kun sen sisältöön tehtäisiin pieniä tarkennuksia. Hänen aloitteestaan työtä vielä syvennettiin ja lähdettiin tutkimaan mahdollisuutta integroida osa lomakepohjan sisällöstä kehityskantoihin, joita perälaatikko- ja viiraosan suunnittelun käyttävät. Tarkoitus on myös verrata kantoja ja raportoida mahdolliset kehitysideat ja yhtenäistämisajatukset. Nyt kehityskannat ovat samaan tarkoitukseen laaditut, mutta eroavat sisällöltään jonkin verran. Tavoitteena on saada riittävän tarkka kuvaus mahdollisesta uudesta kannasta, jotta kuvauksen avulla voidaan teetättää kaikille suunnitteluosastoille samansisältöinen kanta käytettäväksi kehitysprojektien raportoinnissa ja seurannassa. Valitettavasti selvityksen lopputulosta ei voida enää odottaa mukaan opinnäytetyöraporttiin, koska työn palautusajankohta on niin lähellä.

7.3 Asiakslähtöisyyden lisääminen palaute- ja ideajärjestelmällä

Metson innovaatioprosessin ensimmäinen portti tarkoittaa kokousta, jossa tuotekehityspäälliköt esittävät joka syksy uusia ideoita myynnin, suunnittelun ja projektien johdon ollessa mukana raadissa. Asiakkaan tarpeet tulee olla tarkoin tiedossa ja käytettävissä tuotekehityksessä, jotta kehitysprosessiin saadaan parhaat ideat, joilla on menestyspotentiaalia.

Salmisen (2009) mielestä asiakasrajapinnasta saadaan valitettavan vähän uusia ideoita suoraan tuotekehitykseen. Suora yhteys asiakasrajapintaan edistäisi uusien ideoiden valitsemista ja kehittämistä jo ennen ensimmäistä porttia. Askel oikeaan suuntaan voisi olla, jos rakennettaisiin mahdollisimman yksinkertainen verkkopohjainen tiedonvälityskanava asiakasrajapinnassa toimiville henkilöille käytettäväksi palautteen ja ideoiden keräämiseen. Lisäksi tulisi lisätä kannustinjärjestelmään kohta tukemaan sen käyttämistä (ks. kappale 4.2.3). Vaikka suunnittelu Metsolla onkin enemmän teknologia- kuin asiakasvetoista (ks. kappale 4.1.2), tulee käyttäjälähtöistä ajattelua kuitenkin mukaan suunnitteluun vanhojen suunnittelijoiden kokemuksen kautta sekä projektien aikaisista asiakaspalavereista ja etenkin tuotantolaitosvierailuilta.

7.4 Prosessien kehittäminen ja innovatiivisuuden edistäminen

Sisäiset raportoinnit, kehitysasiat ja muu byrokratia työllistävät jo paljon ilman aivnutakaan asiakastilausta. Toimintaa on mahdollista tehostaa esimerkiksi yhdistämällä sisäisen raportoinnin, työkuormaseurannan ja poissaoloilmoitusten kirjaamisen samaan järjestelmään. Nykyisellään työkuormaseuranta suunnittelussa tapahtuu melko karkealla tasolla, esimies joutuu selvittämään kulloisenkin alaisen tarkan tilanteen keskustelemalla hänen kanssaan. Nykyinen raportointi puolestaan tapahtuu vanhaan järjestelmään, jota käytettäessä on muistettava monta työnumeroa, osastonumeroa, henkilönnumeroa sekä päivä- ja tuntimääriä. Raportointi tapahtuu pääsääntöisesti kerran viikossa tai harvemmin vaikka sen pitäisi olla päivittäistä. Nykyinen poissaoloilmoitus on muistettava kirjata jopa neljään eri järjestelmään: sähköpostiin (Notes), poissaololupa-anomusjärjestelmään (Notes), lomalistoilta (Notes) sekä puhelunsiirto puhelinliittymään. Lisäksi on vielä saman asian kirjaaminen sähköiseen kulunvalvontaan ulko-ovella, joka sekin voitaisiin sisällyttää samaan raportointi järjestelmään, jolloin ovella tarvitsisi ehkä vilauttaa vain kulkukorttia tarkkojen saapumis- ja poistumiskellonaikojen kirjaamiseksi.

Yhdistettäessä sisäinen raportointi, työkuormaseuranta ja poissaoloilmoitus, on mahdollista saada raportointi päivittäiseksi, esimiehelle mahdollisuus seurata lähes reaaliajassa kunkin työntekijän työkuormaa sekä tehtävien edistymistä, käyttäjän ei tarvitsisi käyttää kuin yhtä järjestelmää, järjestelmä olisi mahdollista automatisoida muistamaan numeroita käyttäjän puolesta tai vaikka ehdottamaan ky-

seiselle käyttäjälle sallittuja työnumeroita. Esimerkiksi Notes-järjestelmän työlistatoimintoa laajentamalla se olisi hyödynnettävissä tähän tarkoitukseen.

Laitteiston ja järjestelmien hitaus sekä toimimattomuus yhdessä teknisen taitamattomuuden kanssa katkaisevat päätetyöskentelyn usein työpäivän aikana. Kirjasin kahden päivän ajan päätetyöskentelyä hidastavat tai sen katkaisevat tekijät. Viiveet ovat keskimääräisiä aikoja. Tutkimuksen tuloksena selvinnyt viive oli suurempi kuin ennakkoin, jopa yli tunti päivässä. On kuitenkin huomioitava että joidenkin viiveiden aikana pystyy rajatusti työskentelemään päätteellä tai tekemään tehtäviä jotka eivät vaadi päätettä. Osa viiveistä on kuitenkin sellaisia, että työskentely estyy täysin, missä tilanteessa moni suunnittelija lähtee kahville tai muutoin pitää tauon päätetyöskentelystä siirtyen esim. keskustelemaan työkaverin kanssa ”päivän polttavista asioista” jolloin viive kasvaa entisestään. Viiveissä ei kuitenkaan huomioida mahdollisesti menetettävää tallentamatonta työtä, joka saattaa olla merkittävä työmäärällisesti. Tarkastelussa ei myöskään oteta huomioon hyvän työvireen menettämistä, jonka vaikutusta on vaikea mitata. (ks. kappale 4.2.2).

Taulukko 6. Tekniikan toimimattomuuden, kiireen tai teknisen taitamattomuuden aiheuttamia työskentelyn keskeytymisiä.

Viiveen aiheuttaja:	Työskentelyyn aiheutunut viive (19.5.2009)	Työskentelyyn aiheutunut viive (20.5.2009)
Ohjelman kaatuminen (Catia, Notes, PDM, Auric, Mathcad) Huom! ei sisällä mahd. menetettyä työtä	4 min x 2 = 8 min	4 min x 4 = 16 min
Ohjelman käynnistyminen (+ kuvakkeen etsiminen ja salasanan syöttäminen)	2 min x 5 = 10 min	2 min x 5 = 10 min
Ohjelman käynnistäminen uudelleen (syy: automaattinen uloskirjautuminen, ohjelman jumiutuminen)	1 min x 8 = 8 min	1 min x 6 = 6 min
Ohjelman toimintojen hitaus ja pitkät latausajat ohjelman sisällä (syy: bugi, ruuhka palvelimella, työaseman hitaus)	1 min x 19 = 19 min	1 min x 12 = 12 min
Kiireen tai tekninen taitamattomuuden aiheuttama virhe ja sen korjaaminen (taitamattomuus = asian opettelu itse tai ensin itse opettelu ja sitten kysymien helpdeskistä)	4 min x 7 = 28 min	4 min x 6 = 24 min

Ohjelman toimimattomuus (syy: bugi, järjestelmäpäivitys, tuntematon)	30 min / n. 2 x viikossa = n. 12 min per päivä	30 min / n. 2 x viikossa = n. 12 min per päivä
ohjelman päivittäminen työasemalle	10 min / n. 1 x vkossa = n. 2 min per päivä	10 min / n. 1 x vkossa = n. 2 min per päivä
Yhteensä	87 min	63 min

Mittauksen mukaan kiireen tai tekninen taitamattomuuden aiheuttama virhe ja sen korjaaminen on suurin yksittäinen viiveen aiheuttaja. Teknisen taitamattomuuden osuus oli karkeasti puolet siitä, loput kiireen aiheuttamia virheitä. Joidenkin vanhempien henkilöiden teknisen taitamattomuuden taso aiheuttaa kuitenkin huomattavasti enemmän viivettä työskentelyyn. Lisäksi viivettä tulee teknisen taitamattomuuden myötä alentuneesta työmotivaatiosta. Asiaan auttaisi järjestelmien käyttöliittymän yksinkertaistaminen ja luotettavuuden parantaminen sekä tehokkaampi laitteisto.

Käytettävyydguru Sinkkosen mielestä tärkeintä on, että tuote sopii siihen työhön ja ajatusmaailmaan, mikä käyttäjällä on. Niinpä tuotteen suunnittelun pitää lähteä liikkeelle käyttäjästä eikä siitä, että ensin rakennetaan tekniikka ja yritetään käyttäjä saada reagoimaan siihen oikealla tavalla (Hallikainen, 2009). Käyttäjälähtöisyys on siis muistettava myös organisaation sisäisiä toimintoja ja järjestelmiä kehitettäessä, sen lisäksi että käyttäjälähtöisyys huomioidaan myös asiakkaan suuntaan.

Miten tämä kaikki sitten edistää innovatiivisuutta? Siten että työssä on vähemmän rutiinisuurittamista lukuisten järjestelmien parissa ja puolestaan enemmän varsinaista suunnittelua. Lisäksi järjestelmien toimivuus vähentää turhautumista ja edistää hyvän työvireen saavuttamista.

7.5 Työn arviointi

Työn lopputuloksesta tuli hyvä. Kehitystyössä on osoitettu mm. kustannussäästöpotentiaaleja suihkuputkissa, mahdollisuus käytettävyyden ja huollettavuuden parantamiseen sekä ehdotettu nykyisen suihkuputkien hankinnan kehittämistä vastaamaan vallitsevaa markkinatilannetta. Lisäksi muut raportoidut kehityskohteet tuovat lisäarvoa sekä Metson että asiakkaan prosesseihin. Työssä henkilökohtai-

sena motivaattorina oli siitä kertyvä monipuolinen ja ainutlaatuinen uusi tieto, mikä sai omistautumaan työlle ja vaikutti hyvän lopputuloksen muodostumiseen.

Opinnäytetyölle varattu aika oli haastava, koska opiskelujen lisäksi aikaa veivät myös kokopäivätyö, perhe, harrastukset ja ystävät. Onneksi työnantajan taholta tuettiin opinnäytetyön suorittamista jonkin verran myöntämällä rajattu määrä opintopäiviä. Osaltaan mielenkiintoiset ja haastavat tavoitteet saivat myös panostamaan kehitystyöhön huolimatta sen tiukoista aikaresursseista.

Työn alkuperäiset tavoitteet täyttyivät seuraavien osalta (ks. taulukko 2.): raportoida innovaatiojohtamisen nykytila ja löytää kehitettäviä kohteita, löytää prosessien tehokkuudesta kehitettäviä kohteita ja raportoida ne sekä kelpuutusprosessin vaiheiden ja niiden merkityksen kartoittaminen. Lisätutkimusta olisivat vaatineet innovaatiojohtamisen tehokkuuden seurantatyökalut. Innovaatiojohtamista ja vaikutusmahdollisuuksia on sisällytetty teoriaosuuteen, mutta seurantatyökaluista työssä on käsitelty vain Metson henkilöstötutkimusta. Muita seurantatyökaluja voisivat olla esimerkiksi patenttihakemusten lukumäärä sekä uusien teknologian kehityshyppäyksiin johtavien tuoteinnovaatioiden lukumäärä halutulla ajanjaksolla. Todettakoon että huolimatta hyvästä lopputuloksesta, vielä jäi tarkennettavaa ja muokattavaa. Mutta tiukkojen aikaresurssien puitteissa ja pienten kaksostyttöjen isänä, on helppo tehdä rajauspäätös.

LÄHTEET

- Brown, M.G.** 1995. Laatu lähellä sydäntä – voittajan taskukirja. Malcolm Baldrige- laatupalkinnon keskeiset arviointiperusteet. Kirjassa on lyhyesti esitetty keskeisimmät arviointiperusteet. Metalliteollisuuden keskusliitto, MET. 2. painos. Tammer-paino Oy. Tampere. Sivut 7.
- Cooper, R.** 1998. Product leadership: creating and launching superior new products. Cambridge, MA: Perseus Publishing. Yhdysvallat. Sivut 67–68, 109–129, 135–138.
- Cooper, R.** 2001. Winning at new products: accelerating the process from idea to launch. 3. painos. Cambridge, MA: Perseus Publishing. Yhdysvallat.
- Freesmeyer, S.** 2008. Tuotekehityspäällikkö. Valtra Oy. Luento tuotekehityksen johtamisesta 11.1.2008.
- Hallikainen, R.** 12.6.2009. Artikkelin nimeltä ”Helppo käyttää, voiko olla totta?”. Tekniikka ja Talous -lehti. s. 17. Artikkelissa haastateltu Irmeli Sinkosta, joka on tekniikan lisensiaatti pääaineenaan käytettävyyden.
- Hamel, G.** 2007. Johtamisen tulevaisuus. Talentum Media Oy. Helsinki. Sivut 63–75.
- Hautaniemi, A.** 10/2008. Artikkelin: Jatkuva muutos nakertaa pohjan sitoutumiselta. Insinööri-lehti.
- Heikkilä, J. Ketokivi, M.** 2005. Tuotanto murroksessa - Strategisen johtamisen uusi haaste. Talentum Media Oy. Helsinki.
- Hokkanen, S. Strömberg, O.** 2006. Laatuun johtaminen. Painoporras Oy. Jyväskylä. Sivut 49–58.
- Hurskainen, A.** 16.12.2008. Toimitusjohtaja, PP-Pesuprosessi. Haastattelu.
- Jokinen, T.** 2001. Tuotekehitys. 6. painos. Otatieto. Helsinki.

- Kallvikbacka, J.** 9.4.2009. Vanhempi myyntipäällikkö, Metso Paper Oy. Haastattelu.
- Klingemann, K. Fahlander, J.** 2009. Flow-peruskurssi. Artikkelit Kauppalehti Option mukana jaettavassa ”Suuntana tulevaisuus” -liitteessä.
- Kervinen, J-P.** 1/2009. Artikkelit: Asiakas on aina oikeassa paikassa. Metalliteknikka-lehti.
- Kivimaa, J.** 25.3.2009. Vanhempi tuote- ja konseptipäällikkö, Metso Paper Oy. Haastattelu.
- Kujanpää, V. Salminen, A. Vihinen, J.** 2005. Lasertyöstö. Tammer-Paino Oy. Tampere. Sivut 236–246, 303.
- Lehtonen, J-M.** 2004. Tuotantotalous. WS Bookwell Oy. Porvoo. Sivut 64, 88–89.
- Leinonen, A.** 28.5.2009. Osastopäällikkö, Metso Paper Oy. Haastattelu.
- Laamanen, K.** 2003. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön. 3 painos. Laatukeskus. Helsinki. Sivut 13–19, 27–29, 75–85.
- Lukkari, J.** 24.01.2008. Artikkelit. Tekniikka ja Talous -lehti.
- Mannermaa, M.** 2004. Heikoista signaaleista vahva tulevaisuus. WSOY. Helsinki.
- Malkasaari, A.** 27.10.2009. Patentti-insinööri, Metso Paper Oy. Haastattelu.
- Martola, U. Santala, R.** 1997. Liiketoimintaprosessit - BPR-muutoksen johtaminen. WSOY. Porvoo. Sivut 25–28.
- Metso Oyj.** 2007. TellUs Survey. Metson työolotutkimuksen tulokset.
- Metso Oyj.** 2008. Metson vuosikatsaus 2007. Libris Oy. Helsinki.
- Metso Oyj.** 2008. Pilot Survey for NAV-7 project, North America. Kuvaus: Metson asiakas kartoitus, johon on kerätty palautetta ja tarpeita neljältä asiakkaalta: International Paper, Domtar, SAPPI ja Celgar. Tavoitteena on ollut kartoittaa todelliset asiakastarpeet sekä mitata Metson suori-tuskykyä asiakkaan näkökulmasta.

Metso Oyj. Tammikuu 2009. Paper and board machines, new projects by region.

Sähköinen materiaali, jonka lähde puolestaan on Pöyry Consulting.

Ritola, O. Voutilainen, P. Moisio, J. 2001. IMS-johtamisjärjestelmä – laatu, ympäristö ja turvallisuus liiketoiminnan kehittämisessä. Edita Oyj. Helsinki. Sivut 160–162, 221–222.

Routio, P. 2000. Tuote ja tieto. Gummerus Kirjapaino Oy. Saarijärvi.

Salin, K. 26.9.2008. Artikkel. Tekniikka ja Talous -lehti.

Salminen, J-P. 14.4.2009. Myyntipäällikkö, Metso Paper Oy. Haastattelu.

Salminen, S. J. 28.5.2009. Tuotekehityspäällikkö, Metso Paper Oy. Haastattelu.

Salorinne, S. Laamanen, K. 1993. Tuotekehityksen mittaaminen. MET: Tekninen tiedotus 1/94. Tammer-Paino Oy. Tampere. Sivut 15–24, 31–45.

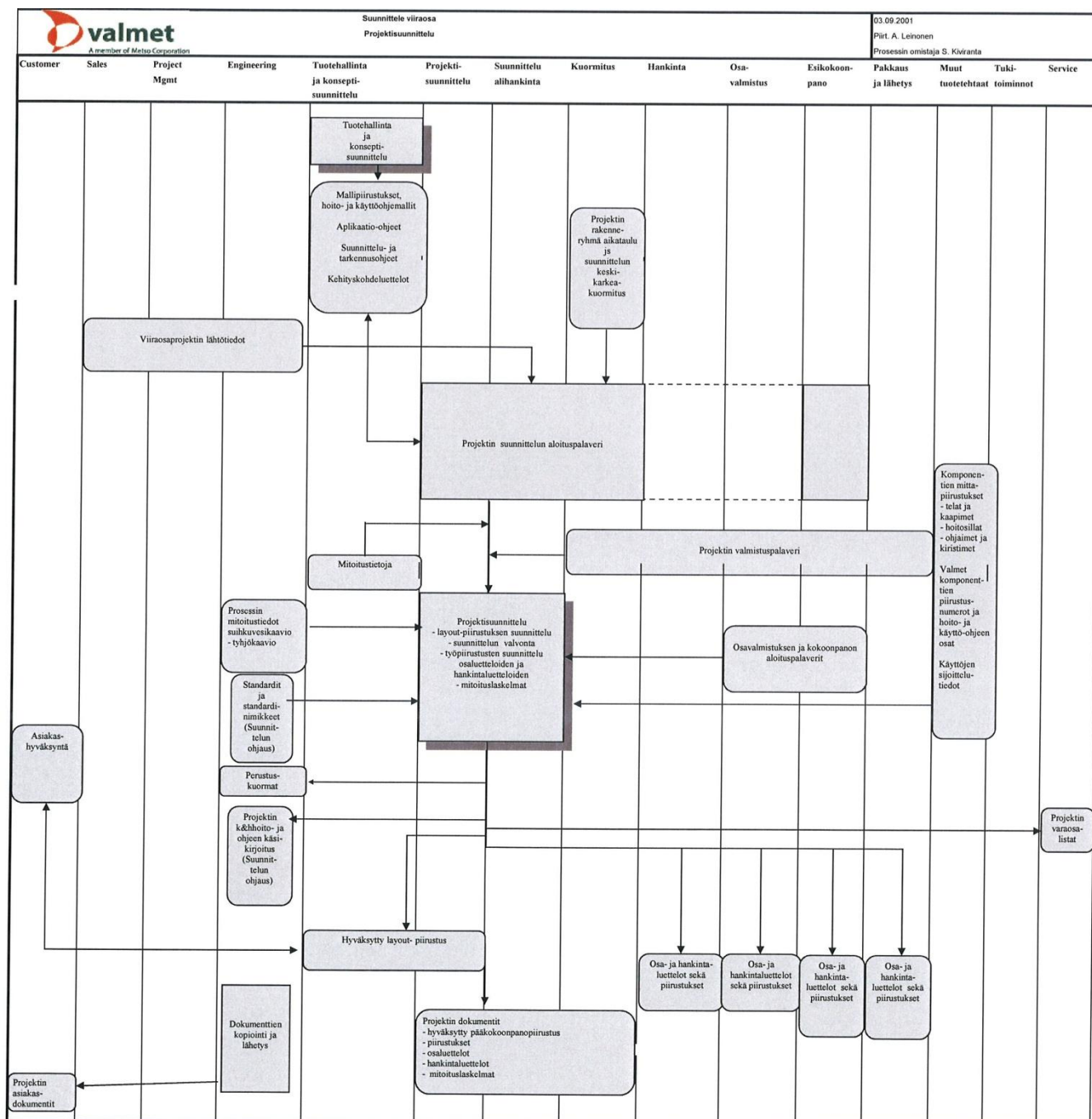
Similä, H. 19.10.2009. Tuotetiedon hallinnan kehityspäällikkö, Metso Paper Oy. Haastattelu.

Ulrich, K. Eppinger, S. 2004. Product Design and Development. 3. painos. McGraw-Hill Companies. Sivut 9–28, 30, 40, 53–67.

Välimaa, V. 1994. Tuotekehitys – asiakastarpeesta tuotteeksi. Painatuskeskus Oy. Helsinki.

Äijö, R. 2004. Käyttäjäkeskeinen suunnittelu teollisuusorganisaatiossa. Pro Gradu –tutkielma. Johtamisen laitos. Helsingin kauppakorkeakoulu. Sivut 48.

Liite 1. Prosessikaavio: Viiraosan projektisuunnittelu.



[illegible]